



Efeitos de estratégias de rega deficitária sobre os parâmetros ecofisiológicos da casta Touriga Franca na Região do Douro

António Miguel Martins Lousada.

Mestrado Engenharia Agronómica

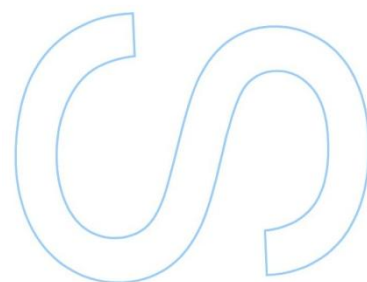
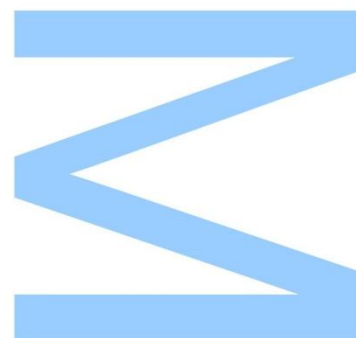
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2015

Orientador

Jorge Bernardo Lacerda Queiroz, Professor Auxiliar, FCUP

Coorientador

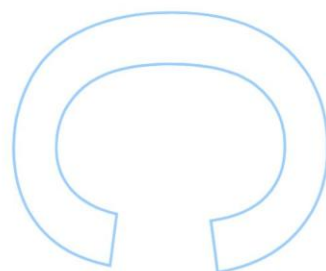
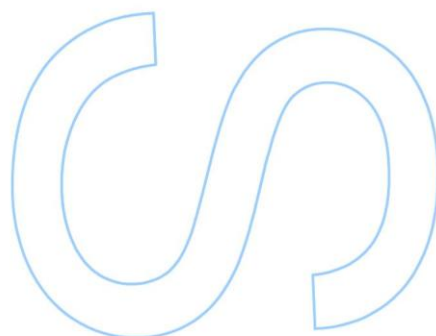
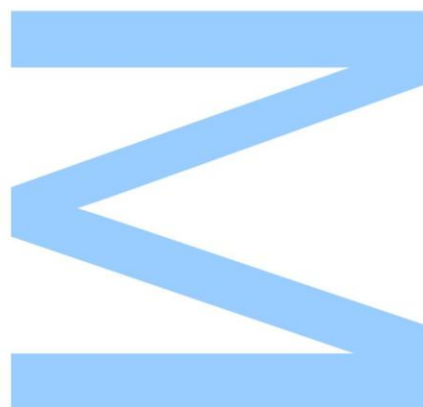
Tiago Nogueira, Engenheiro Agrónomo, UTAD.



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Concluir o Mestrado em Engenharia Agronómica é para mim o culminar de um árduo caminho e, por isso, vou aproveitar esta oportunidade para mencionar aqueles que de algum modo fizeram parte dele e que de alguma maneira me marcaram e fizeram de mim o que sou hoje.

Assim, um agradecimento muito sentido aos meus pais e avós dado que sem eles nada seria possível, foram os meus mecenas e tenho uma gratidão para com eles que nunca poderei saldar.

À minha namorada Susete sempre presente nos momentos bons e menos bons e que sempre me apoiou.

Agradeço também a todos os meus amigos que sempre estiverem presentes.

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Bernardo Lacerda Queiroz pela sua excelente partilha de conhecimentos e grande preocupação pela técnica “Ensinar Bem”, tanto nas aulas teóricas como de campo. Às Professoras Doutoradas Ana Aguiar, Susana Carvalho e ao Professor Luis Cunha que me forneceram ferramentas importantes para a minha formação.

Ao Eng.^o Tiago Nogueira, pela coorientação prestada, assim como o senhor António encarregado da Quinta da Cabreira e a todos os seus trabalhadores, principalmente ao Sr. Luís e Sr. Eduardo pela atenção e ajuda nos trabalhos de campo assim como o fornecimento de informação, o meu muito obrigado.

No trabalho de campo foram muitos os conhecimentos que adquiri, graças ao grande espírito de equipa e interajuda de todos, pelo que agradeço aos meus colegas Joana Valente e Manuel Macedo Pinto.

Por fim gostaria de agradecer à Quinta do Crasto pela oportunidade criada e pela disponibilização de condições para que este ensaio se realizasse duma forma cuidada e precisa.

RESUMO

No âmbito desta dissertação, este trabalho pretendeu estudar o estabelecimento de relações hídricas, a implementação de modelos de rega deficitária, assim como verificar o efeito da disponibilidade hídrica no desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade da videira (*Vitis vinifera*, L.). Foram realizados estudos numa parcela correspondente à casta Touriga Franca, enxertadas num porta enxerto 110 Richter, na Quinta da Cabreira, em Vila Nova de Foz – Côa, sub região Douro Superior. Os estudos foram realizados ao longo do ciclo vegetativo da videira e posteriormente foram avaliados os resultados dos estados hídricos da vinha, com o objectivo de estabelecer um programa de rega que seja totalmente eficaz em termos de custos e produção.

Através da análise da evapotranspiração (ETc), da determinação do potencial hídrico de base, do potencial hídrico foliar e das trocas gasosas ao longo do ciclo vegetativo, em diferentes estados fenológicos, pretendeu-se avaliar a resposta da videira ao défice hídrico das parcelas em estudo e implementar um plano experimental com quatro modalidades de rega, em três blocos casualizados em que cada bloco continha uma linha interior e exterior de videiras de um patamar. As quatro modalidades de rega aplicadas com os seus respectivos gotejadores foram: R0 – Testemunha não regada, R25 – Rega a 25% (gotejador com caudal de rega de 2 litros /minuto), R50 – Rega a 50% (gotejador com caudal de rega de 4 litros/minuto), R75 - Rega a 75% (contém um gotejador com um caudal de rega de 2 litros/minuto mais um de 4 litros /minuto num total de caudal de rega de 6 litros/minuto).

Durante a investigação foram realizadas 8 medições do potencial hídrico de base, 3 medições do potencial hídrico foliar e 3 medições das trocas gasosas com o aparelho analisador de gases por infravermelhos (IRGA).

Todas as medições foram efectuadas após o vingamento e antes da vindima e na casta Touriga Franca.

Finalmente, procedeu-se à avaliação da resposta das videiras às modalidades de rega, em termos de crescimento potencial da produção, caracterização do coberto vegetal, potenciais hídricos e trocas gasosas.

Apesar das temperaturas atípicas verificadas, que prejudicaram um pouco a medição e obtenção dos resultados, foi possível implementar as diferentes modalidades.

Os resultados da produção potencial mostra-nos que foi a modalidade R0 aquela que apresentou piores resultados, a nível do valor médio do número de cachos, apesar de, estatisticamente, os valores não serem significantes para todas as modalidades.

A nível de índices de percentagem de abrolhamento, foi a modalidade R0 aquela que apresentou melhores resultados e a R75 a que apresentou resultados piores, sendo todos os valores estatisticamente significantes.

Em relação à caracterização do coberto vegetal (área foliar e densidade do coberto), foi a modalidade R0 aquela que apresentou piores resultados, a nível da área foliar, sendo não significantes a nível estatístico os resultados da área foliar total. A nível da densidade do coberto, foi a modalidade R0 aquela que apresentou piores resultados, tanto a nível do número de camadas de folhas (NCF) como na percentagem de cachos interiores (%PCI).

Os estudos dos potenciais hídricos demonstraram que foi a modalidade R0 aquela que apresentou valores de potenciais hídricos mais baixos (stresses hídricos mais severos).

A nível das trocas gasosas, foi também a modalidade R0 aquela que apresentou taxas de assimilação líquida (A) e condutâncias estomáticas (g_s) menores, motivados por stresses hídricos mais severos na modalidade R0.

Palavras-Chave: Touriga Franca, rega deficitária, relações hídricas, potencial hídrico foliar, trocas gasosas.

ABSTRACT

The purpose of this work was to study the establishment of water relations, the implementation of deficit irrigation models, as well as the effect of water availability in vegetative development, production and quality vine (*Vitis vinifera* L.). Studies were conducted in two parts corresponding to Touriga Franca, grafted onto a rootstock 110Richter at Quinta da Cabreira, in the Douro region, sub region Douro Superior in Foz-Coa. The studies were carried out during the vegetative cycle of the vine and further the results were evaluated in order to establish a watering program that was totally effective in terms of cost and production.

Through the analysis of evapotranspiration (ETc), determining the basic water potential, leaf water potential and gas exchange throughout the growing season, at different growth stages, the aim was to evaluate the Vine response to water deficit of plots study and implement an experimental design with four types of irrigation in three blocks where each block contains a line inside and outside of vines. The four irrigation methods applied to their respective emitters were R0 - Witness not watered, R25 - Irrigation 25% (with drip irrigation flow rate of 2 liters / minute), R50 - Irrigation 50% (with drip irrigation flow rate of 4 liters / minute), R75 - Irrigation 75% (contains a drip irrigation with a flow rate of 2 liters / minute over a 4 liters / minute for a total of irrigation flow rate of 6 liters / minute).

During the investigation were carried out 8 measurements of the basic water potential, 3 measurements of leaf water potential and 3 measurements of gas exchange analyser, IRGA(Infrared Gas Analyser).

All measurements were made after fruit set and before the harvest and on the Touriga Franca caste.

Data collection took place normally without any unexpected climatic conditions that might interfere the measurement of results.

Finally we have proceeded to the evaluation of the response of the vines to the irrigation methods in terms of potential production growth, characterization of vegetation, potential water and gas exchange.

In spite of the atypical temperatures recorded, that have hurt a little the measuring and the obtaining of the results, it was possible to implement the different modalities.

The potential results of production shows that the R0 mode was one that showed the worst results in what concern the level of the average number of bunches, although statistically the values were not significant for all modes.

The level of percentage of sprouting indices was the R0 mode one that showed better results and R75 presented the worst results, with all values statistically significant.

Regarding the characterization of vegetation (leaf area and density of the covered), it was the

R0 mode the one that showed worst results at the level of leaf area, and these results at statistical level are not significant to total leaf area. The level of density covered was the R0 mode one that showed worst results, both in the layers of leaves number (NCF) and the percentage interior bunches (% PCI).

The studies have showed that the water potential was the R0 mode one that had a lower water potential values (more severe water stresses).

The level of gas exchange was also the R0 mode one that showed net assimilation rate (A) and stomatal conductance (gs) lower, driven by more severe water stress in the R0 mode.

Keywords: Touriga Franca, Deficit irrigation, Water relations, Leaf water potential, Gas exchange.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract.....	IV
Índice.....	VI
lista de tabelas.....	IX
lista de figuras.....	X

1. Prefácio	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objectivos	5
2 Revisão Bibliografica	6
2.1 Evolução histórica da vinha e do vinho em Portugal	6
2.2 Breve caracterização da Região Demarcada do Douro	8
2.2.1 Características Edafo – Climáticas	10
3 Necessidades hídricas da videira	12
3.1 Factores que influenciam as necessidades hídricas da vinha	13
3.1.1 Factores ambientais	13
3.1.1.1 Clima	13
3.1.1.2 Solo	17
3.2 Factores relativos à videira	19
3.2.1 Relação da fase fenológica da vinha com a disponibilidade hídrica e o seu impacto na produção. Rega deficitária controlada.	19
3.2.2 Casta e porta enxerto	27
3.2.3 Idade e sanidade da vinha	29
4 Factores humanos	30
4.1 Trabalho de preparação do terreno para a implantação da vinha.	30
4.2 Densidade de plantação	31
4.3 Sistemas de condução	32
4.4 Fertilização do solo	33
4.5 Manutenção do solo	33
4.6 Rega	34
5 Destinos da produção	34
6 Alterações morfológicas e fisiológicas da videira antes e após o stress hídrico	35
7 Relações hídricas da videira e determinação das necessidades em água	36

8 Avaliação do estado hídrico da videira	38
8.1 Indicadores do estado hídrico da videira	38
8.1.1 Indicadores fisiológicos	39
8.1.2 Potencial hídrico	39
8.1.3 Trocas gasosas	44
9 Rendimento e produção	45
10 Relação quantidade/qualidade e composição do mosto	48
11 Material e Métodos	52
11.1 Introdução	52
11.2. Caracterização do ensaio	52
11.2.1 Caracterização da parcela	53
11.2.2 Delineamento experimental	54
11.2.3 Caracterização edafoclimáticos da região	55
11.2.4 Caracterização do material vegetal	55
11.2.4.1 Casta Touriga Franca	55
11.2.4.2 Porta enxerto 110 Richter	57
11.2.4.3 Sistema de condução e operações culturais	58
11.2.4.4 Solo e rega	59
11.3 Metodologias	60
11.3.1 Estados fenológicos	60
11.3.2 Carga a poda, abrolhamento e fertilidade	61
11.3.3 Área foliar	61
11.3.4 Porosidade da sebe e número de camadas de folhas	63
11.3.5 Medições fisiológicas	64
11.3.5.1 Cálculo da ET ₀ e cálculo das necessidades de rega	64
11.3.5.2 Potencial hídrico foliar de base e potencial hídrico diário	67
11.3.5.3 Trocas gasosas	68
12 Resultados e Discussão	70
12.1 Introdução – Evolução das condições meteorológicas	70
12.2 Caracterização climática	71
12.3 Caracterização Climática dos últimos 30 anos no Douro Superior – Vale Da Vilariça.	74
12.4 Evolução da fenologia	76
12.5 Potencial de produção	76
12.6 Índice de fertilidade e taxa de abrolhamento	78
12.7. Caracterização do coberto vegetal	80
12.7.1 Área foliar	80

12.7.2 Densidade do coberto	82
12.8 Potencial hídrico Foliar	83
12.8.1 Potencial hídrico foliar de base	83
12.9 Trocas gasosas	87
12.9.1 Evolução diurna da condutância estomática e taxa de assimilação líquida de CO ₂ em três fases distintas do ciclo biológico da videira	87
12.9.2 Influência da disponibilidade hídrica na condutância estomática e taxa de assimilação líquida de CO ₂	88
13 Conclusões	92
14 Bibliografia	95
15 Anexos	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização das Sub-Regiões (IVDP, 2010)	9
Tabela 2 – Variação da gs consoante o nível de carência hídrica e impacto na fotossíntese na videira (Flexas <i>et al.</i> , 2002; Medrano <i>et al.</i> , 2002; Cifre <i>et al.</i> , 2005)	45
Tabela 3 – Características e aptidões culturais do porta enxerto 110 Richter (110R). Fonte: Infovini, (2015)	58
Tabela 4 – Tabela FAO com Kc para a vinha (Magalhes, 2008)	65
Tabela 5 – Estimativa do consumo potencial hídrico da vinha, Lodi CA	66
Tabela 6 – Valores médios da carga nas respectivas modalidades de rega e bardos.	77
Tabela 7 – Valores médios dos pampanos por videira nas respectivas modalidades de rega e bardos.	77
Tabela 8 – Valores médios de número de cachos por videira nas respectivas modalidades de rega e bardos.	78
Tabela 9 – Valores médios e respectivos erros padrão por modalidade do número de cachos.	78
Tabela 10 – Tabela resumo com os valores calculados da % de Abrolhamento, Índices de Fertilidade Prático e potencial.	79
Tabela 11 – Valores médios, erros padrão e significancia por modalidades, da % de abrolhamento.	79
Tabela 12 – Resumo dos valores da média da AFtot_vid (m2) em diferentes datas e modalidades.	81
Tabela 13 – Valores médios, erros padrão e significância por modalidades da AFtot_vid (m2), registadas nas três medições.	81
Tabela 14 – Densidade do coberto nas modalidades R0, R25, R50 e R75	82
Tabela 15 – Valores médios, erros padrão e significância por modalidades do potencial hídrico de base, das oito medições realizadas	86
Tabela 16 – Médias e erros padrão por modalidades do potencial hídrico de base, das oito medições realizadas	86
Tabela 17 – Valores médios, erros padrão e significância por modalidades da taxa de assimilação líquida (A), das tres datas medidas (23 Julho, 5 e 10 de Agosto)	90
Tabela 18 – Médias e erros padrão por modalidades da taxa de assimilação líquida (A), correspondentes às medições dos dias 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lagaretas Romanas fonte (https://www.geocaching.com)	7
Figura 2 – Região Demarcada do Douro (Pereira, 2000)	9
Figura 3 – Necessidades hídricas da videira: factores condicionantes e impacto na produção (adaptado de Smart e Robinson, 1992).	12
Figura 4 – Consumo de água e parâmetros afectados pela disponibilidade hídrica ao longo do ciclo vegetativo da videira, no Hemisfério Norte	20
Figura 5 – Estados hídricos de A a D definidos ao longo do ciclo vegetativo da videira segundo o Ψ de base (Ψ_b), Ψ do sarmento (Ψ_s) e Ψ mínimo (Ψ_m) em função de diferentes objectivos produtivos (Ojeda, 2007).	43
Figura 6 – Fases de crescimento dos bagos (adaptado de Hardie e Considine, 1976)	47
Figura 7 – Fotografia aérea da Quinta da Cabreira (fonte: Google maps)	53
Figura 8 – Esquema do delineamento experimental com quatro modalidades de rega (R0 a R75), três blocos casualizados, e em que o X corresponde a um espaçamento de 5 videiras (distancia entre dois postes) entre as diferentes modalidades	54
Figura 9 – Folha da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015	56
Figura 10 – Conjunto de gavinhas da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015.	56
Figura 11 – Cachos da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira Agosto de 2015.	56
Figura 12 – Sistema de condução de uma videira de Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015	59
Figura 13 – Exemplo das nervuras secundária esquerda (L2e) e direita (L2d) e nervura principal (L1)	62
Figura 14 – Representação esquemática do processo usado para avaliar o número de camadas de folhas de uma sebe, percentagem de buracos, percentagem de folhas interiores e exposição dos cachos.	64
Figura 15 – Câmara de pressão para determinação do potencial hídrico de base e do potencial hídrico foliar diário	67
Figura 16 – Temperaturas médias do ar de 2013 a 2015, segundo o registado na Estação meteorológica da Quinta da Cabreira.	72
Figura 17 – Precipitação total (em mm) de 2013 a 2015, segundo o registado na Estação meteorológica da Quinta da Cabreira.	72
Figura 18 – Humidade relativa média, registada entre o mês de Abril e de Setembro de 2015, pela estação meteorologica da Quinta da Cabreira.	73

Figura 19 – Temperatura média, mínima, máxima do ar em °C registada entre o mês de Abril e Setembro de 2015, pela estação meteorologica localizada na Quinta da Cabreira	73
Figura 20 – Média da precipitação (mm) e temperaturas (°C) nos últimos 30 anos (Fonte: ADVID)	74
Figura 21 – Precipitação (mm) em 2015 (fonte: ADVID).	75
Figura 22 – Temperaturas médias (°C) relativas ao ano 2015 (fonte: ADVID)	75
Figura 23 – Evolução da média da área foliar total_vid (m2) em diferentes modalidades e datas de recolha de dados.	81
Figura 24 – Evolução sazonal do potencial hídrico foliar base (Ψ_b) nas quatro modalidades de rega, com a respectiva curva do potencial hídrico.	85
Figura 25 – Evolução diurna (10h, 14h, 17h30) da média da taxa de assimilação líquida de Co_2 (A), antes e após rega, nas modalidades R0, R25, R50, R75, realizadas nas datas de 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.	88
Figura 26 – Evolução diurna (10h, 14h, 17h30) da média da condutância estomática (gs), antes e após rega, nas modalidades R0, R25, R50, R75, realizadas nas datas de 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.	89
Figura 27 – Valores médios totais da taxa de assimilação líquida (A) por modalidades, correspondentes às medições ocorridas dias 23 de Julho, 5, 10 de Agosto.	91

1.PREFÁCIO

1.1 INTRODUÇÃO

A cultura da vinha (*Vitis vinifera* L.) enfrenta actualmente grandes desafios. Após uma sucessão de anos de grandes avanços no domínio da viticultura e da enologia, novas questões se levantam. O mercado é hoje cada vez mais global e, a par das novas oportunidades de negócio, a competição alargou as suas fronteiras muito para além da esfera regional. A entrada em cena de novos “actores” – o “Novo Mundo” vitícola – impulsionou uma adesão massiva a novos procedimentos vitícolas e enológicos e uma conquista dos principais mercados internacionais. Vinhos de boa qualidade, preços competitivos e abundante disponibilidade chegam diariamente aos principais pontos de venda, levando a que o sector, que até recentemente se regia por algum tradicionalismo, se passasse a voltar muito mais para o consumidor, que entretanto se foi tornando cada vez mais exigente. A globalização e os avanços tecnológicos a que se assistem nas adegas e nas vinhas podem ter contudo um revés: o risco de se cair na padronização de um dos poucos produtos com verdadeira identidade geográfica e cultural. Simultaneamente, existe na viticultura, e na agricultura em geral, uma cada vez maior preocupação ambiental, no sentido de uma melhor preservação dos recursos naturais. É assim necessário produzir de forma a garantir vinhos mais competitivos, mas sem perderem as características que os diferenciam e que sejam “amigos do ambiente”. A questão é complexa. E entre os vários elementos e ferramentas relacionadas com tal questão pode-se destacar um factor em comum: a água.

O papel da água nas mais variadas etapas do desenvolvimento da vinha, desde o seu estabelecimento até às uvas produzidas, leva a que a compreensão das relações hídricas das videiras seja essencial para a obtenção de colheitas consistentes em quantidade e qualidade (Wample, 2001a), desempenhando um papel crucial na tipicidade dos vinhos (Seguin, 1983; Koundouras *et al.*, 1999).

O estender da cultura da vinha pelas mais diversas partes do globo, algumas delas não dispondo à partida dos recursos hídricos naturais para o seu bom desenvolvimento, contribuiu para a introdução da rega no calendário vitícola (Smart e Coombe, 1983; Jordão *et al.*, 1998).

Embora o “Velho Mundo” por vezes não permita ou condicione a prática da rega (como é o caso de Espanha, França, Itália ou Portugal), esta é comum na Califórnia, Argentina, Austrália e em outras zonas produtoras emergentes. Na Argentina, na região de Mendonza, 76% da água utilizada é empregue exclusivamente na rega das

vinhas (Ojeda, 2007). A aleatoriedade da disponibilidade contínua de água (Fregoni, 1999) e as diversas previsões climáticas que apontam no sentido de uma cada vez maior escassez hídrica (Jones *et al.*, 2005; Payan *et al.*, 2008) reavivaram a discussão em torno da necessidade de um uso mais eficiente e racional da água.

A água é um elemento essencial para a actividade biológica. Nas plantas, além de ser o constituinte mais abundante dos órgãos lenhosos e herbáceos, assegura e condiciona algumas das mais importantes funções, tais como a transpiração e fotossíntese (Hidalgo, 2002; Huglin e Schneider, 1998).

A água permite ainda a absorção e movimento das substâncias, entre as células, bem como de órgão para órgão através do xilema e floema (Prichard, 1992).

A videira apresenta uma enorme capacidade de adaptação a deficiências hídricas, por elementos anatómicos e morfológicos, tais como o calibre dos vasos xilémicos e a profundidade de enraizamento, e por processos fisiológicos em que a regulação estomática desempenha papel fundamental, a disponibilidade hídrica constitui um dos factores limitativos da cultura da vinha em situações de clima do tipo mediterrâneo, em que o período estival é acentuadamente quente e seco (Koundouras *et al.*, 1999).

A escassez e irregularidade da distribuição da precipitação ao longo do ano originam períodos mais ou menos longos de seca onde os défices hídricos do solo, conjugados com temperaturas e défices de pressão de vapor da atmosfera elevados, tornam a água num dos recursos mais limitativos da actividade vitícola nas regiões de clima Mediterrânico. Estas condições exercem um constrangimento elevado na produtividade e qualidade das vindimas (Chaves *et al.*, 2007; Egito, 2011).

A vinha da zona Mediterrânica, apesar de bem adaptada às condições de clima semi-árido, devido ao desenvolvimento de um sistema de raízes em profundidade e a mecanismos como o controlo estomático da transpiração e o ajuste osmótico, encontra situações climáticas cada vez mais extremadas e como tal, de difícil absorção do impacto (Chaves *et al.*, 2010).

A previsão do aumento da aridez global, nomeadamente no Sul da Europa, assim como uma tendência para maior irregularidade de precipitação, irão determinar alterações nas práticas vitícolas e enológicas, de modo a comportar novos desafios inerentes a estas previsões (Cifre *et al.*, 2005; Rizza *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007).

Para além de tudo o que é indispensável na gestão das vinhas, a rega também é uma prática importante. Este é um tema de grande actualidade, particularmente para Portugal que não tem tradição nesta área. Lopes (2008), afirma que na maior parte das regiões vitícolas com climas similares ao nosso, a rega da vinha é livre, sendo utilizada, sempre que necessária, para suprimir as deficiências hídricas, sobretudo no período entre a floração e a vindima, com o objectivo de estabilizar rendimentos e a

qualidade inter-anual.

Contrariamente à maioria das culturas, a vinha geralmente é cultivada abaixo das suas condições agronómicas óptimas (Van Leeuwen *et al.*, 2003). Noutras culturas as relações hídricas são na maioria das vezes abordadas no sentido em que se a uma maior disponibilidade hídrica corresponderá uma maior produtividade, então há que fornecer água, quando não é possível naturalmente para manter o conforto hídrico nas plantas. Em viticultura, mais concretamente na produção de uvas para vinho, os objectivos são mais complexos. Considera-se que um regime hídrico moderadamente limitante induz, geralmente, efeitos benéficos sobre a qualidade dos vinhos produzidos (Van Leeuwen *et al.*, 2003). Vários autores referem ainda que um stress hídrico moderado e progressivo favorece a acumulação de açúcares nos bagos, compostos fenólicos e antocianas e poderá diminuir a acidez (Van Leeuwen *et al.*, 2003; Lopes, 2008)

Na grande maioria das espécies agrícolas, as relações hídricas são geralmente abordadas de uma forma relativamente simples: se a uma maior disponibilidade hídrica corresponderá uma maior produção da planta, então, não existindo água em quantidade suficiente naturalmente disponível, há que fornecê-la. A rega é assim uma prática rotineira e muitas vezes imprescindível para maximizar a produtividade da cultura. Em viticultura, e concretamente na produção de uvas para vinho, os objectivos são contudo mais complexos. A quantidade produzida é sem dúvida importante, mas a composição dos bagos e o impacto que esta poderá ter na qualidade dos vinhos resultantes podem ser parâmetros de avaliação de ainda maior relevância (Matthews e Anderson, 1988).

Segundo Santos *et al.* (2007), a rega é uma óptima ferramenta para melhorar o desempenho da videira e a sua manipulação durante a fase de crescimento é fundamental para o controle do vigor e para o tamanho e qualidade das uvas.

A introdução da rega, como ferramenta para aumentar e/ou estabilizar, as flutuações anuais da produção, mantendo, contudo uma elevada qualidade das uvas, sem comprometer a perenidade das videiras, revela-se de uma importância extrema.

Para o efeito, a rega deve ser controlada de modo a optimizar o balanço *source/sink*, garantir um desenvolvimento vegetativo e reprodutivo apropriado e evitar um vigor excessivo (Chaves *et al.*, 2007).

A rega da vinha porquanto existente nas diferentes regiões do globo difere quanto às estratégias seguidas, sendo o momento e frequência de rega assim como a quantidade de água usada, os factores mais impactantes. A implementação de uma determinada estratégia de rega depende em grande parte, do conhecimento tecnológico em cada

região, da vontade dos viticultores, das características climáticas e dos objectivos produtivos e de qualidade estabelecidos em cada caso (Magalhães, 2008). As duas estratégias mais conhecidas até ao momento e excluindo a irrigação deficitária (que não requer controlo técnico específico) são as designadas *regulated deficit irrigation (RDI)* e *partial rootzone drying (PRD)* (Chaves *et al.*, 2010).

Para aferir do estado hídrico da videira, recorre-se à técnica de referência que é a determinação do potencial hídrico foliar (Ψ_f), através do recurso a uma câmara de pressão (Magalhães, 2008 a; Magalhães, 2012). O potencial de base (Ψ_0), é medido de madrugada, onde se admite que haja um equilíbrio entre o potencial da planta e o potencial do solo. É também menos susceptível às condições ambientais e como não há transpiração a ser desenvolvida (relativamente às medições diurnas) está bem correlacionada com outros indicadores e admite valores de referência na bibliografia (Magalhães, 2008; Magalhães, 2012; Silvestre *et al.*, 2006).

Com base nas determinações do potencial hídrico foliar de base e no estabelecimento de relações hídricas com recurso a determinações complementares, é possível traçar um perfil hídrico de determinada casta implementada em determinado solo e assim inferir de um esquema de rega deficitário (stress hídrico progressivo) numa forma mais optimizada.

1.2 OBJETIVOS

Neste trabalho são apresentados resultados relativos ao ano 2015, relativo a um ensaio realizado na Quinta da Cabreira localizada na Região Demarcada do Douro, sub-região Douro Superior Foz-Coa na casta Touriga Franca.

Este trabalho teve em vista um procedimento experimental baseado na determinação e comparação de diferentes dotações de rega deficitária sobre os parâmetros ecofisiológicos.

Para isso, procedeu-se à determinação do potencial hídrico de base, o potencial hídrico foliar e as trocas gasosas com o objectivo de alcançar uma estratégia de optimização de rega de forma a optimizar o controlo do stress hídrico das videiras nesta região.

No final procedeu-se à análise dos resultados obtidos nesta casta, e durante o respectivo estudo foram observados e registados os seguintes pontos:

1. Determinar o estado hídrico das videiras;
2. Determinar o desenvolvimento vegetativo;
3. Verificar os efeitos que as diferentes dotações de rega influenciam no vigor das videiras;
4. Determinação e estudo das trocas gasosas da casta Touriga Franca e sua relação com o potencial hídrico;
5. Verificar os efeitos que as diferentes dotações de rega influenciam no rendimento e qualidade das uvas.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRIA DA VINHA E DO VINHO EM PORTUGAL

A história do cultivo da vinha na Península Ibérica remonta à época dos Tartessos, 2000 anos a.C., sendo que nesta altura o vinho era utilizado como moeda de troca.

No séc. X a.C. os Fenícios deverão ter sido os responsáveis pela introdução de novas castas utilizadas na produção de vinho e no séc. VII a.C. os Gregos aquando da ocupação da Península Ibérica, desenvolveram técnicas da elaboração do vinho, passo importante para o desenvolvimento da vitivinicultura.

No séc. VI a.C. os Celtas trouxeram para a Península Ibérica os seus conhecimentos vitícolas e introduziram novas técnicas de tanoaria e aquando da conquista da Península Ibérica pelos Romanos, no séc. II A.C., estes introduziram a plantação de novas castas e melhoramento de técnicas de cultivo da vinha, nomeadamente a poda. Ainda hoje no Norte de Portugal é possível ver vestígios das lagaretas romanas.

Após alguns séculos de retrocesso na vitivinicultura, aquando da reconquista Cristã a vinha ganhava nova relevância económica. O cultivo da vinha foi amplamente alargado em território nacional, e com a instalação de ordens religiosas os monges foram responsáveis por melhorias na produção de vinho. Nesta altura o vinho era usado em cerimónias religiosas, vendido em feiras e exportado.

Na altura dos Descobrimentos (séc. XV – XVII) o vinho era utilizado nas trocas comerciais e distribuído por todo o império. Lisboa era o maior centro de consumo e distribuição de vinho.

No séc. XVIII, a figura do Marquês de Pombal colocou em prática uma série de medidas que incentivaram o desenvolvimento na vitivinicultura na região do Douro.

É fundada a companhia Geral da Agricultura das vinhas do Alto Douro, que fiscalizava a qualidade dos vinhos, determinava preços e impunha regras na produção e comércio.

Em 1756 iniciou-se o processo de demarcação da região de produção dos vinhos no Douro, que viria a ser uma das primeiras regiões demarcadas do mundo.

Outra das medidas foi a obrigação da plantação separada das castas tintas e brancas.

No séc. XVIII a maior parte da exportação dos vinhos Portugueses era sustentada pelos vinhos Generosos e Licorosos, especialmente o Porto, o Madeira e o Moscatel.

Na segunda metade do séc. XIX, a vinha é atacada por pragas e doenças responsáveis pela diminuição da produção de vinho, nomeadamente, o Oídio, o Míldio e mais tarde a Filoxera. Ao mesmo tempo foram desenvolvidos meios de combate e tratamento destas doenças e pragas.

Em 1907 iniciou-se a regularização do sector vinícola, redefinindo-se a região demarcada do vinho do Porto e Douro e demarcaram-se outras regiões de produção de vinho: Madeira, Moscatel de Setúbal, Carcavelos, Dão, Colares e Vinho Verde.

Em 1937 foi criado um organismo regulador – a junta Nacional do Vinho.

Nos anos 50 e 60 foram criadas adegas Cooperativas em diversas zonas do país. Só estas podiam comprar as uvas aos produtores, por isso as empresas privadas compravam o vinho produzido. Este facto levou a uma diminuição da qualidade dos vinhos.

No início de 1980, o sector vitivinícola foi obrigado a seguir as regras de política agrícolas Europeias. Com a adesão à CEE, hoje União Europeia, foram aplicados fundos comunitários na modernização das adegas e na reconversão das vinhas. A legislação comunitária obrigou à criação de áreas de Denominação de Origem Controlada (DOC) e a classificação qualitativa dos vinhos através das categorias V.Q.P.R.D., a vinho regional e vinho de mesa. A junta Nacional do Vinho foi substituída pelo actual Instituto da Vinha e do Vinho (IVV), o qual definiu os mapas vitivinícolas nacionais, existindo desde 2002, 33 Denominações de Origem Controlada (Infovini; 2015).



Figura 1 – Lagaretas Romanas (Fonte: <https://www.geocaching.com>).

2.2. BREVE CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO

A Região Demarcada do Douro situa-se no nordeste de Portugal e fica abrigada dos ventos marítimos devido à acidentada orografia que lhe confere características climáticas particulares com elevadas amplitudes térmicas ao longo do ano. Situada na bacia hidrográfica do Douro esta região tem uma área de aproximadamente 250 000 ha (IVDP, 2010).

As características orográficas, edafo-climáticas e mesológicas da Região do Douro condicionaram as actividades económicas que aí se desenvolveram e a utilização dos recursos naturais. A actividade principal para a maioria dos agricultores da Região é a viticultura, que se desenvolve em duras condições climatéricas, em solos pedregosos. Esta Região Demarcada é rica em microclima e sub-divide-se em três sub-regiões - Baixo Corgo, Cima Corgo e Douro Superior (Figura 2) e alonga-se pelo vale do rio Douro a partir de Barqueiros, a montante do Porto até Barca de Alva, junto à fronteira com Espanha, e pelos vales dos afluentes do rio Douro - Corgo, Torto, Pinhão, Tua... É uma paisagem cultural, evolutiva e viva, e é reconhecida desde 2001 como Património Mundial pela UNESCO (Mesquita, 2006).

A área de vinha representa aproximadamente 18,2 % da área da região do Douro (Tabela 1) e é trabalhada por cerca de 33 000 viticultores, possuindo, em média, cada um, cerca de 1 ha de vinha. Assim, as pequenas parcelas estão presentes em toda a região, localizando-se as grandes explorações sobretudo no Douro Superior (IVDP, 2010).

Na Sub-Região do Baixo Corgo, a mais ocidental, a área de vinha representa cerca de 32,2 %, das sub-regiões, que vai de Barqueiros (concelho de Mesão frio) até à confluência dos rios Corgo e do ribeiro de Temilobos com o rio Douro (Tabela 1, Figura 2).

O Cima Corgo situa-se no centro da Região do Douro, com uma área de vinha pouco extensa, de cerca de 22,0%. (Tabela 1, Figura 2).

O Douro Superior é a maior e mais oriental Sub-Região e estende-se até Barca de Alva junto à fronteira com Espanha. É caracterizada pelo seu relevo acidentado e por vezes bastante escarpado. A área de vinha representa apenas cerca de 9,3 % desta sub-região, apesar de aqui se poderem encontrar muitas das grandes explorações da Região Demarcada do Douro (Tabela 1, Figura 2).

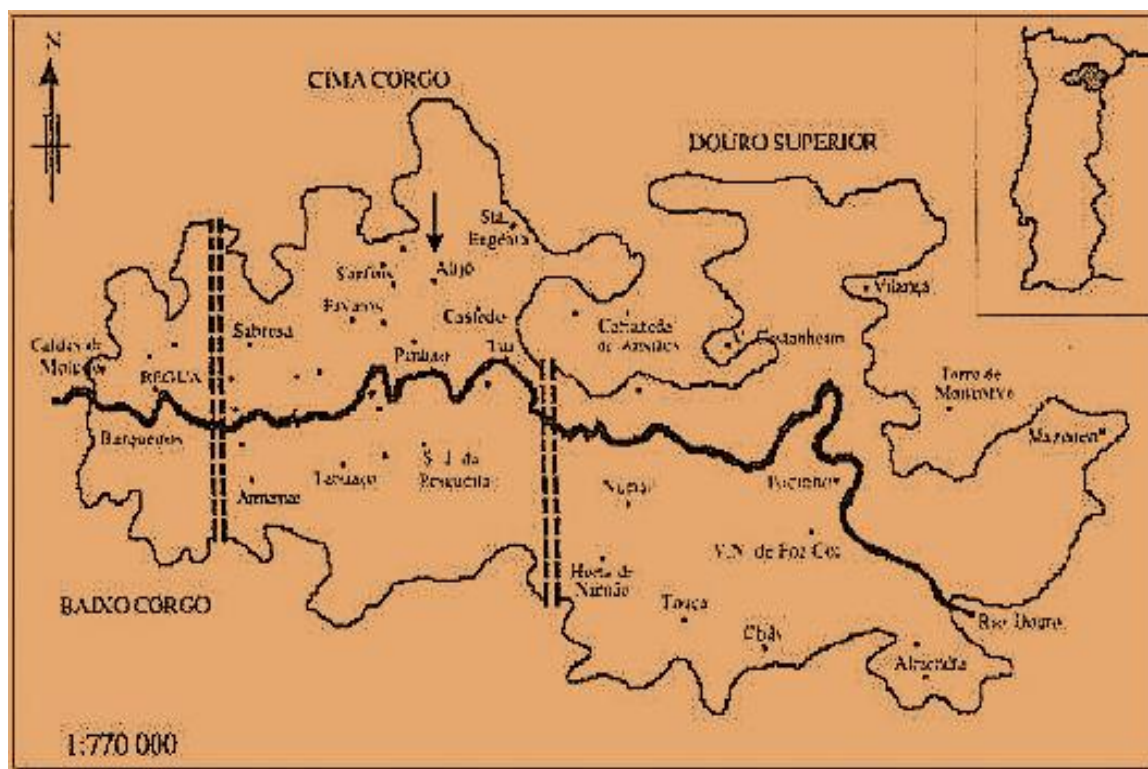


Figura 2 – Região Demarcada do Douro (Pereira, 2000)

Tabela 1 – Caracterização das Sub-Regiões do Douro (IVDP, 2010)

Sub-Região	Área Total (ha)	%	Área com vinha (ha)	% da Área total
Baixo Corgo	45.000	18	14.501	32,2
Cima Corgo	95.000	38	20.915	22,0
Douro Superior	110.000	44	10.197	9,3
Total	250.000	100	45.613	18,2

Da globalidade do volume de vinho produzido na Região Demarcada do Douro, cerca de 50% de vinhos é destinada à produção de "Vinho do Porto", enquanto o restante volume se destina à produção que utilizam a denominação de origem controlada "Douro" ou "Vinho do Douro" (IVV, 2015).

2.2.1 CARACTERÍSTICAS EDAFO-CLIMÁTICAS

O Vale do Rio Douro, orientado genericamente E-W, apresenta-se “embutido” entre a Meseta Ibérica e o Oceano Atlântico. É delimitado por declives elevados, muitas vezes superiores a 30°, o que condiciona o aproveitamento agrícola, sendo por isso feito com base na construção de pequenos terraços.

A litologia do Vale do Douro caracteriza-se de uma forma simplificada pela alternância de rochas metassedimentares e pequenos núcleos de rochas granitóides. “A maior parte da região, em particular ao longo do vale do Douro e seus afluentes, pertence à formação geológica do complexo xisto – grauváquico ante – ordovício (anexo 1), com algumas inclusões de uma formação geológica de natureza granítica, envolvente” (IVDP, 2015).

Os solos, em geral, são derivados de xistos e distribuem-se por dois grupos fundamentais:

(I) - Solos muito marcados pela influência do Homem, recorrendo à alteração morfológica original, com técnicas de arroteamento e armação em terraços, ou socalcos, socorrendo-se de técnicas de fertilização.

(II) – Solos em que a acção do homem não foi tão marcada e o solo conservou o seu perfil original, com modificações apenas na camada superficial (IVDP, 2015).

Os solos pobres e pouco profundos, resultantes da meteorização dos metassedimentos ou da acção humana são propícios à cultura da vinha (Silvestre, 2003).

As serras do Marão e de Montemuro impõem ao Vale do Douro características de continentalidade, servindo de barreira à penetração dos ventos oceânicos e permitindo a existência de mesoclimas com características mediterrânicas, propícias ao desenvolvimento da produção vinícola (IVDP, 2015). A existência destes mesoclimas deve-se ao facto de a Região do Douro se estender por vales cavados, com diferentes exposições solares, a diferentes altitudes e a diferentes proximidades dos cursos de água. Assim, por exemplo, a margem norte do rio está sob a influência de ventos secos do sul, estando a margem sul exposta aos ventos do norte, mais frios e húmidos e a uma menor insolação.

Mais genericamente, é conhecida pelos seus Invernos frios e Verões muito quentes e secos.

Segundo os dados do IVDP (2015), as temperaturas médias anuais variam nesta Região, entre 11,8 °C e 16,5 °C. Os valores máximos das temperaturas médias anuais distribuem-se ao longo do Rio Douro e dos vales dos seus afluentes, em especial os da margem direita (nomeadamente rio Tua e ribeira da Vilarica) (IVDP, 2015).

As amplitudes térmicas diárias e anuais aumentam de Barqueiros a Barca de Alva, como seria de esperar, devido à influência continental quando se avança para montante do rio Douro (IVDP, 2015).

No que respeita à pluviosidade esporadicamente ocorrem aguaceiros de forte intensidade. Quando ocorrem vários dias seguidos com precipitação intensa verifica-se uma forte escorrência nas vertentes podendo causar importantes prejuízos e até perdas humanas. Ao longo da história do vale do Douro, registaram-se vários Invernos extremamente chuvosos, durante os quais ocorreram inúmeros deslizamentos de vertente (Bateira, 2006). Os valores máximos de precipitação ocorrem no Inverno, sendo os meses mais chuvosos de Dezembro e Janeiro (nalguns casos Março) com valores mensais compreendidos entre 50,6 mm (Barca d'Alva - Douro Superior) e 204,3 mm (Fontes - Baixo Corgo); os mínimos sucedem no Verão, em Julho ou Agosto, oscilando entre 6,9 mm mensais (Murça - Cima Corgo) e os 16,2 mm (Mesão Frio - Baixo Corgo). A precipitação anual varia entre 380 mm (Barca d'Alva) e 1200 mm (Fontes) (IVDP, 2015), podendo dizer-se que a quantidade de precipitação decresce do litoral até à fronteira espanhola.

De acordo com a classificação de Koppen, a região do Douro pertence ao clima Csa (C - clima temperado, s - chuva de inverno, a - verão quente), ou seja é um clima temperado, com invernos chuvosos e temperaturas médias mensais, dos meses mais frios, compreendidas entre -3° C e 18° C e com Verões quentes e secos com temperaturas médias mensais, dos meses mais quentes que podem igualar ou exceder os 22°C (SMN, 1965; Kottek et al., 2006).

Constata-se portanto, que a precipitação varia ao longo do ano, com os maiores valores acumulados no Inverno, e com mínimos no Verão, associados a elevadas perdas de humidade por evapotranspiração e ao défice de água no solo nas camadas superficiais (S.M.N., 1965; Sampayo, 1991). Em consequência, as vinhas entram em stress devido à secura, afectando o seu crescimento e desenvolvimento. Quando ocorrem secas severas as folhas secam completamente e as uvas murcham, uma vez que as vinhas retiram água dos próprios bagos (Oliveira, 1993).

3.NECESSIDADES HÍDRICAS DA VIDEIRA

A videira é geralmente considerada uma espécie pouco exigente em necessidades de água (Hidalgo, 2002). Existem, ainda assim, momentos em que a disponibilidade hídrica pode não ser suficiente para assegurar as suas funções normais, dizendo-se que se encontra em situação de “défice hídrico” (Fregoni, 1999). A carência hídrica é frequente em diversas regiões vitícolas, onde tradicionalmente era considerada condição para uma melhor qualidade das uvas (Gaudillère *et al.*, 2002). No entanto, vários autores referem que condições de défice hídrico intenso podem ser prejudiciais para a actividade fotossintética, crescimento e produção da videira (Smart, 1974; SWeet *et al.*, 1990; Flexas *et al.*, 1999a; Chaves *et al.*, 2002). É assim necessário encontrar o ponto de equilíbrio que nos permita atingir os nossos objectivos produtivos, pelo que há que compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos na definição do estado hídrico da videira e os vários factores que condicionam o seu desempenho (figura.3).



Figura 3 – Necessidades hídricas da videira: factores condicionantes e impacto na produção (adaptado de Smart e Robinson, 1992).

3.1.FACTORES QUE INFLUENCIAM AS NECESSIDADES HÍDRICAS DA VINHA

Um dos termos mais usuais do léxico vitivinícola é o “terroir”, conceito que está na base das DOC e estabelece a importância do trinómio Natureza, Planta e Homem na expressão e na tipicidade dos vinhos produzidos numa dada região (Barbeau, 2004). Este conceito é particularmente relevante ao nível do estado hídrico da videira, não apenas por a água ser um dos mais importantes elementos do “terroir” (Van Leeuwen e Seguin, 1994; Trambouze *et al.*, 1998; Koundouras *et al.*, 1999) mas também pela influência exercida por factores ambientais, genéticos e humanos sobre as necessidades hídricas de uma vinha.

3.1.1 FACTORES AMBIENTAIS

3.1.1.1 CLIMA

O clima é fundamental na definição do estado hídrico das videiras. O papel de factores como a temperatura, radiação e humidade não se resume apenas ao seu envolvimento no processo evaporativo (Smart, 1974), tendo um forte impacto na fisiologia e produção da videira. Van Leeuwen *et al.* (2004), consideraram o clima como o principal elemento diferenciador da produção de uma determinada região, com um peso equivalente à soma de todos os outros factores (solo, práticas culturais e casta).

Sendo assim, o clima como parte integrante do “terroir” (Seguin, 1986), desempenha um papel importante no crescimento da videira, na determinação do carácter do vinho e é globalmente aceite como sendo um dos principais factores a influenciar a qualidade do vinho (Carey, 2001; Roux, 2005).

Os dados climáticos podem ainda ser determinantes na escolha das castas para um determinado local. Tradicionalmente, os viticultores europeus, têm em conta estes dados no momento de plantação de uma nova vinha, de modo a adaptar melhor as castas às condições climáticas do local. Por exemplo, castas que amadurecem naturalmente mais precocemente são plantadas em zonas de maior altitude, onde o clima é mais fresco, enquanto castas tardias são plantadas em zonas de baixa altitude, onde o clima é mais quente. Assim optimizam as hipóteses destas

amadurecem correctamente e, conseqüentemente, darem origem melhores vinhos (Van Leewen & Saguin, 2006; Deloire, *et al.*, 2005).

O parâmetro climático com um impacto porventura mais evidente na disponibilidade hídrica de uma vinha é a precipitação, uma vez que constitui a fonte natural de água para as plantas. A sua intensidade e distribuição ao longo do ano, com variações inter anuais irregulares, determinam a quantidade de água disponível de forma natural durante as diversas fases do ciclo anual da videira, com grande impacto na produção e no estado fitossanitário da cultura (Ramos, 2005; Ramos e Martínez-Casasnovas, 2006).

Nos climas mediterrânicos os valores mínimos anuais situam-se entre os 380 e os 550 mm e é geralmente escassa no período estival, tornando a videira mais dependente das reservas do solo e/ou de suplementos externos por via da rega (Carbonneau, 1998; Cuevas *et al.*, 1998; Hidalgo, 2002). Em regiões com este tipo de clima, de modo a contrariar a escassez de água, culturalmente, é frequente manterem-se os níveis de produção e de área foliar baixos (Deloire *et al.*, 2005).

A carência de precipitações, associada a uma fraca capacidade de retenção do solo, limita a capacidade produtiva da videira, prejudicando o rendimento e a qualidade, contudo elevadas precipitações no Verão são igualmente nefastas, pois permitem a crescimento exagerado dos bagos provocando grande decréscimo na qualidade do mosto (Reynier, 1986).

A temperatura é outro parâmetro climático com bastante incidência no balanço hídrico da videira. A temperatura do ar influencia influenciando as perdas de água por transpiração pelo seu efeito no deficit de pressão de vapor (DPV) e conseqüentemente no gradiente de concentrações do sistema solo-planta-atmosfera (Krauter, 2001a; Wample, 2001a). Quanto maior for a temperatura do ar, maior será o DPV, aumentando as perdas de água das plantas por transpiração. É igualmente conhecido o efeito que a transpiração tem na regulação da temperatura foliar. Tal facto faz da temperatura das folhas (ou do copado completo) um indicador do estado hídrico da videira, estando nos últimos anos a ser estudada e desenvolvida tecnologia nesse sentido (Cifre *et al.*, 2005; Grant *et al.*, 2007).

A temperatura, influência também as maioria das funções da videira (Carey, 2001). Uma delas é o seu efeito na transpiração mas também o seu efeito na fotossíntese.

As taxas fotossintéticas máximas da videira são atingidas entre os 20 e os 25°C, variando consoante a casta, fase do ciclo vegetativo e as condições do meio (Lopes,

1994; Huglin e Schneider, 1998). Abaixo ou acima desses valores existirá uma menor actividade fotossintética devido a limitações estomáticas e não estomáticas, que serão mais ou menos reversíveis consoante a severidade do calor ou do frio (Flexas *et al.*, 1999a; Hendrickson *et al.*, 2004). Este impacto na fotossíntese terá associada uma diminuição das perdas de água por transpiração, tanto por via das limitações estomáticas como também pelo menor crescimento da planta, com consequente diminuição da sua superfície foliar e evaporativa. Gladstones (1992) reitera que para uma completa maturação fisiológica é fundamental existirem condições ideais para a fotossíntese, garantindo assim um fornecimento regular de açúcar para os cachos e permitindo os processos enzimáticos para a formação de aroma, cor e sabor, de modo a produzir uvas de qualidade. Greer *et al.*, (2012) considera que este intervalo óptimo situa-se entre 25 a 30 °C.

Temperaturas demasiado baixas poderão aumentar a viscosidade da água, reduzindo o seu fluxo no xilema (Flexas *et al.*, 1999a). Por sua vez, temperaturas demasiado elevadas (acima dos 40-45°C) poderão provocar a morte dos tecidos foliares, com as consequências já referidas na área foliar e na transpiração (Magalhães, 2008). As altas temperaturas estivais provocam frequentemente desfolha nas videiras, o que ocorre com alguma frequência na RDD.

Outro aspecto a referir são as diferenças de altitude que caracterizam regiões montanhosas e que têm um grande impacto na temperatura do ar, havendo uma diminuição progressiva das temperaturas à medida que se vai subindo para cotas mais altas (Huglin e Schneider, 1998). A temperatura do ar desempenha também um importante papel no controlo do ritmo e na duração do ciclo vegetativo, pelo que um avanço mais ou menos rápido em função da temperatura pode desajustar a disponibilidade de água no solo face às necessidades do estado fenológico (Lopes *et al.*, 2008). A acção que a temperatura tem sobre o estado hídrico da videira é por vezes difícil de dissociar da acção da radiação solar, uma vez que a influência de ambas se exerce em simultâneo, de forma interligada e através de mecanismos semelhantes. A radiação solar é a fonte de energia para a fotossíntese, mas apenas uma pequena parte é utilizada para esse fim, sendo que a restante aquece tanto os tecidos vegetais, como a massa de ar em volta do copado e a superfície do solo, com efeitos directos sobre as perdas de água por transpiração da planta e por evaporação do solo (Krauter, 2001a). O papel da radiação solar na fotossíntese e no crescimento tem um impacto indirecto nas relações hídricas da videira, à semelhança do efeito da temperatura (Moutinho-Pereira, 2000). Os extremos poderão igualmente ser lesivos para a videira, tal como no caso da temperatura. Valores de energia radiante acima

dos necessários para a fotossíntese poderão provocar fenómenos de fotoinibição ou de regulação negativa, com decréscimo da actividade fotossintética durante um período mais ou menos longo consoante a severidade do stress (Bertamini *et al.*, 2007). A forma como a radiação solar afectará a vegetação pode ser condicionada pela topografia de terreno, o que é particularmente relevante em regiões declivosas como a RDD. No Hemisfério Norte, uma vinha de encosta exposta a Sul terá uma maior intercepção da radiação solar, em comparação com uma vinha plana ou em encosta exposta a Norte, como resultado do movimento de rotação do nosso planeta sobre o seu eixo inclinado e do ângulo dos raios solares em relação à superfície do terreno. A menor energia radiante nas encostas viradas a Norte conduz, para além de a uma menor taxa fotossintética das videiras, a menores temperaturas e maior humidade relativa do ar, havendo portanto uma menor transpiração (Krauter, 2001a).

O vento, é outro factor climático importante para o estado hídrico das plantas, sendo sua acção também condicionada pela topografia do terreno em causa. O vento, ao influenciar as transferências de calor, de matéria e de energia por convecção, tem também um papel importante nas relações hídricas da planta (Lopes, 1994)

A renovação da massa de ar em torno da sebe por acção do vento tem claras implicações no gradiente de potenciais hídricos do sistema solo-planta-atmosfera (Chavarria *et al.*, 2008). Ventos que transportem massas de ar mais quentes e secas diminuem a humidade do ar em torno da sebe, aumentando a diferença entre os potenciais hídricos das folhas e da atmosfera e consequentemente as taxas de transpiração (Krauter, 2001a; Chavarria *et al.*, 2008). O inverso sucede quando a renovação do ar é feita por ventos mais frios e húmidos, reduzindo-se a condutância estomática e a transpiração, mas inevitavelmente também a fotossíntese e o crescimento (Kobriger *et al.*, 1984; Smart e Robinson, 1992).

3.1.1.2 SOLO

O solo, do ponto de vista hidrológico, pode ser considerado como um “reservatório” de água que será disponibilizada às plantas a um ritmo e quantidade que dependerão da capacidade de retenção de água do solo, da fracção dessa água que será de facto utilizável pela planta, do sistema radicular e das necessidades hídricas da planta (Montero *et al.*, 1999; Brase, 2001; Payan *et al.*, 2006). Contudo a água utilizada pelas videiras é armazenada no solo, nomeadamente na zona das raízes (Krauter, 2001b).

Após uma chuva ou rega abundantes a água ocupa todos os poros do solo, ficando este saturado. Durante 1 a 2 dias o excesso de água perde-se por gravidade, drenando para as camadas inferiores, dizendo-se que o solo se encontra à capacidade de campo (CC). A partir desse ponto o teor de água do solo vai diminuindo progressivamente por evaporação e absorção das plantas, até atingir, caso não haja uma reposição de água, um valor de humidade conhecido como ponto de emurchecimento permanente (PEP), do qual as plantas não recuperam. A diferença entre a CC e o PEP expressa a água utilizável pelas plantas, sendo estes parâmetros função sobretudo da textura do solo (Hidalgo, 2002).

A capacidade de retenção de um solo em particular é determinada fundamentalmente pela textura do mesmo, que depende do tamanho das partículas que o constituem. Um solo é geralmente constituído por uma mistura de partículas de diversas dimensões, designadamente partículas de maior calibre (areias), intermédio (limos) e menor (argilas), predominando sempre um destes. A água é geralmente encontrada no solo como uma camada ou como uma espécie de película na superfície das partículas. Isto apenas não é verdade após uma rega ou uma chuva abundante, em que a água ocupa todos os poros do solo, ficando este saturado. Quando a rega ou a chuva termina, a gravidade drena a água para as camadas inferiores, contudo permanece alguma nos poros (Krauter, 2001b).

A água dos espaços intersticiais sofre uma atracção electrostática por parte das partículas coloidais do solo formando uma espécie de película à sua superfície. No caso da água que se encontra mais afastada das partículas, essa força de atracção não conseguirá vencer a força da gravidade, perdendo-se em profundidade (Botelho-da-Costa, 1995). Solos com texturas mais finas são compostos por partículas mais pequenas e os espaços entre elas serão também mais pequenos, retendo assim mais água após a drenagem gravitacional. A acumulação de água será maior e esta irá

sendo disponibilizada de uma forma mais gradual, por oposição a um solo arenoso, em que rapidamente se esgotam os recursos hídricos (Krauter, 2001a)

Apesar de solos de texturas mais finas reterem mais água como já foi referido anteriormente, poros demasiado pequenos e cheios de água limitam também a disponibilidade de oxigénio para a respiração das raízes. Sendo assim as texturas médias (solos francos) são aquelas que asseguram uma maior quantidade de água utilizável pelas plantas (Krauter, 2001b).

A profundidade do solo é um dos factores também importante, uma vez que definirá o volume potencial a ser explorado pela raiz. Embora a extracção de água pela videira ocorra quase totalmente nos primeiros 1 a 2 metros de profundidade, a raiz pode atingir mais de 3 metros, dependendo das características genéticas da videira e das condições do solo. Solos compactados ou com camadas impermeáveis inibirão o desenvolvimento radicular e o movimento da água (Liu *et al.*, 1978; Doorenbos *et al.*, 1986). Situações em que o sistema radicular se possa desenvolver livremente em profundidade, podendo encontrar água em camadas mais profundas, são particularmente benéficas para a resistência da videira à secura estival dos climas mediterrânicos (Carbonneau, 1998). É o que sucede em parte na RDD em que, embora a profundidade do solo seja função da surribo, as raízes conseguem desenvolver-se através das fissuras do xisto, permitindo um fornecimento hídrico suplementar durante o período estival, em que a água disponível nas camadas superiores é escassa (Magalhães, 2008). Aqui reside um dos pontos de maior discórdia relativamente à prática da rega da vinha. Uma maior disponibilidade de água nas camadas superiores do solo poderá levar a que o sistema radicular não necessite de se desenvolver tanto em profundidade, ficando restringido a um volume de solo menor e mais superficial. Neste caso a vinha ficará muito mais dependente da rega e de fertilizações, exigindo uma disponibilidade contínua de tais recursos e um acompanhamento muito mais atento. Mas, por outro lado, possibilitará também um melhor controlo do vigor e a utilização de solos com uma menor capacidade natural para a cultura da vinha (Araújo *et al.*, 1995a; Brase, 2001).

Posto isto deve-se ter em atenção a uma gestão cuidadosa da rega numa vinha quando existe a possibilidade de problemas de drenagem. O defeituoso desenvolvimento da rizosfera também pode afectar o tamanho do reservatório do solo, quando os sistemas de micro irrigação afectam o crescimento da raiz, devido à irrigação incompleta de todo o perfil do solo da vinha (Krauter, 2001b).

A nível da textura e da profundidade, também convém referir da importância que a fertilidade do solo condiciona as necessidades hídricas da videira. Deficiências nutritivas poderão limitar a condutividade hidráulica das raízes, aumentando a susceptibilidade ao défice hídrico (Magalhães, 2008). Os elementos minerais distribuem-se de modo desigual no perfil do solo, encontrando-se maiores quantidades de fósforo e potássio nas camadas superficiais (10 a 40 cm), enquanto o cálcio e o magnésio se acumulam a maior profundidade. Se existir um défice de água ou de potássio nas camadas superficiais, serão as raízes mais profundas as mais funcionais, mas, como existe ainda menos potássio em profundidade, poderá resultar em carência deste importante macronutriente, com problemas ao nível da regulação estomática, ocorrência de cloroses foliares e dificuldades na maturação das uvas (Fregoni, 1999). Do ponto de vista da gestão da disponibilidade hídrica é importante não apenas a capacidade de retenção de água do solo mas também a sua uniformidade ao longo do terreno, questão particularmente relevante tanto na definição de estratégias de rega como nas decisões de mobilizações e correcções. Surribas a diferentes profundidades consoante a textura, aumentos da matéria orgânica por via de adubos, estrumes ou enrelvamentos, e fertilizações à base de cálcio poderão melhorar a capacidade de retenção de água do solo e a sua uniformidade (Brase, 2001; Hidalgo, 2002; Ramos e Martínez-Casasnovas, 2006; Wheaton *et al.*, 2008).

3.2. FACTORES RELATIVOS À VIDEIRA

3.2.1. RELAÇÃO DA FASE FENOLOGICA DA VINHA COM A DISPONIBILIDADE HIDRICA E O SEU IMPACTO NA PRODUÇÃO. REGA DEFICITÁRIA CONTROLADA

Ao longo do ciclo vegetativo da videira existem momentos chave em que é necessária uma disponibilidade de água adequada para se atingirem os objectivos de produção (MattheWs *et al.*, 1990; Handley, 2001; Acevedo *et al.*, 2005; Girona, 2005; Koundouras *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2007). A figura 4 representa a proporção do consumo médio de água nas diferentes fases fenológicas da videira e resume os parâmetros fisiológicos e produtivos afectados pela disponibilidade hídrica ao longo do seu ciclo vegetativo.

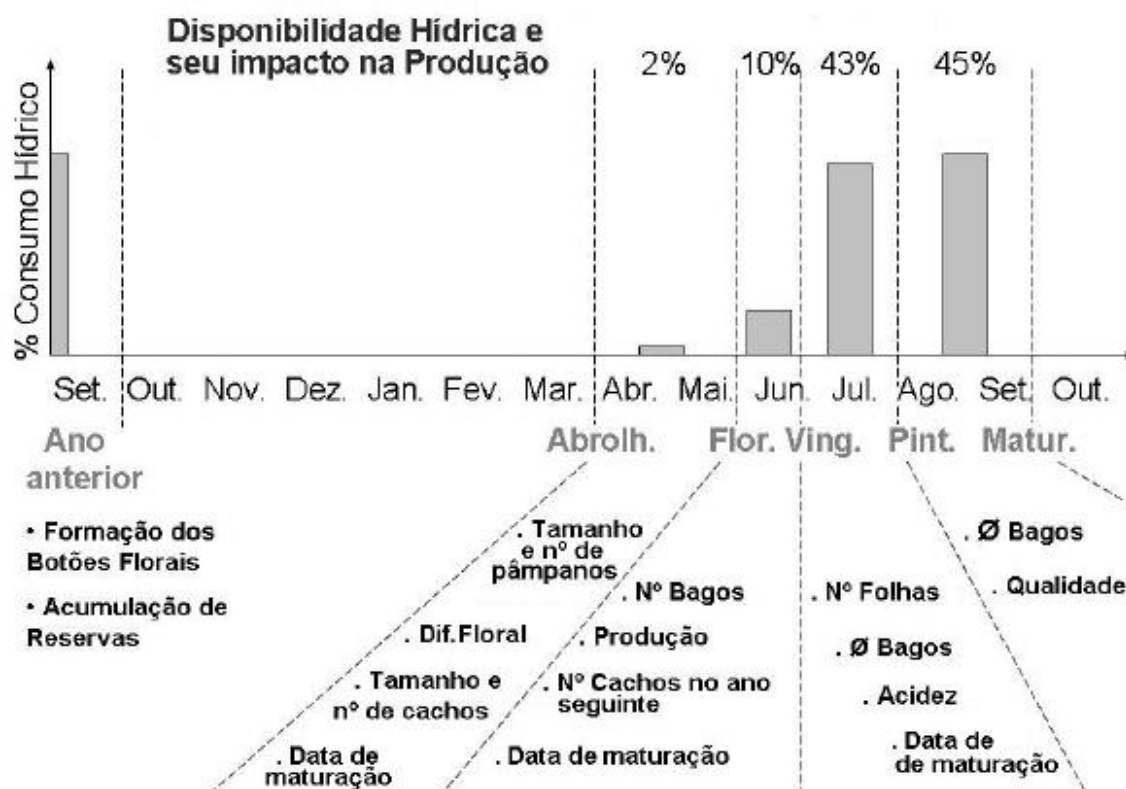


Figura 4 – Consumo de água e parâmetros afectados pela disponibilidade hídrica ao longo do ciclo vegetativo da videira, no Hemisfério Norte (adaptado de Fregoni, 1999).

A maioria das regiões inicia o abrolhamento com os solos à capacidade de campo, com elevada disponibilidade hídrica para a videira. Sempre que a distribuição das chuvas e o sistema radicular da videira permitem o dessecamento das camadas de solo mais profundas, o período entre o abrolhamento e a floração, há possibilidade de um melhor controlo do estado hídrico da videira no período crítico após o vingamento, com o objectivo de controlar o crescimento vegetativo (pâmpanos e folhas) e o tamanho dos bagos (Pacheco, 1989). Geralmente, em climas mediterrânicos, as reservas de água no solo na primeira fase de crescimento da videira (abrolhamento – floração) são suficientes para o desenvolvimento normal da videira (Wample, 2001). Contudo uma eventual carência hídrica induziria a um abrolhamento irregular, pâmpanos curtos, uma menor diferenciação floral e à produção de menos cachos e de menor tamanho (Myburgh, 2003). No entanto um excesso de água é da mesma forma prejudicial, pois potenciaria a continuação do crescimento vegetativo em vez da sua desaceleração para que ocorra a floração, atrasando assim as fases fenológicas seguintes, incluindo a maturação (Hidalgo, 2002). Em algumas regiões, contudo, a quantidade de precipitação nos períodos Invernal e Primavera associada a solos profundos, ou a presença de toalhas freáticas altas, podem dificultar, ou mesmo impossibilitar este efeito.

O período entre a floração e o vingamento é bastante importante, no qual existe a paragem ou redução significativa do crescimento vegetativo, para que os hidratos de carbono provenientes da fotossíntese sejam canalizados essencialmente para os fenómenos reprodutivos de diferenciação das inflorescências e vingamento dos bagos (Magalhães, 2008).

É uma fase particularmente importante, com impacto directo na quantidade de uvas obtidas no final da campanha (KlieWer *et al.*, 1983; MattheWs e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Riou, 1994). Uma situação de défice de água severo neste momento atrasa o desenvolvimento da flor e leva a um vingamento deficiente (desavinho e bagoinha), com a produção de menos bagos e de menor tamanho (KlieWer *et al.*, 1983; Doorenbos *et al.*, 1986; MattheWs e Anderson, 1989; Morlat *et al.*, 1992; Riou, 1994; Myburgh, 2003). No extremo oposto, um excesso de água é igualmente prejudicial, ao privilegiar o crescimento vegetativo e desviar para os ápices vegetativos a fracção de fotoassimilados que estaria destinada aos fenómenos reprodutivos, potenciando, tal como na situação de défice severo, a ocorrência de desavinho e bagoinha (Magalhães, 2008). O excesso de água pode levar também à lixiviação de nutrientes, que são particularmente necessários nesta fase, ou, em solos com má drenagem levar a encharcamento e asfixia radicular, o que afectará o desenvolvimento da raízes e a absorção de nutrientes minerais, resultando em lançamentos curtos, cloroses e necroses foliares (Hidalgo, 2002; Magalhães, 2008). A situação ideal para esta fase parece estar numa carência hídrica moderada que possibilite a paragem vegetativa (e possivelmente melhore a penetração da luz solar), privilegiando os fenómenos reprodutivos e podendo resultar portanto uma maior produção (Carbonneau e Casteran, 1979; Bravdo *et al.*, 1985; Myburgh, 2003). O impacto deste período na produção não se fica apenas pelo ano em curso, afectando também a produção do ano seguinte, uma vez que é também nesta fase que ocorre a iniciação floral para o ano seguinte (Carbonneau e Casteran, 1979; MattheWs e Anderson, 1989; Wample, 2001b). Segundo alguns autores, um aspecto particularmente relevante reside no facto de se poder neste período, com o regime hídrico adequado, promover uma maior produção sem o potencial impacto negativo na qualidade, uma vez que se estará sobretudo a aumentar o número de cachos e de bagos, minimizando o impacto negativo de um maior tamanho dos bagos na concentração em compostos solúveis (Liu *et al.*, 1978; Barroso *et al.*, 2001).

O período que se segue após o vingamento caracteriza-se por uma fase de crescimento vegetativo e dos bagos até ao pintor. Neste período fenológico a videira atinge o seu máximo de área foliar. Este período de vingamento compreendido entre

os estados fenológicos alimpa e pintor é a época, recomendada por diversos autores, para estabelecer condições de stress hídrico nas videiras, com o objectivo de produzir uvas com elevado potencial enológico. Trata-se por isso de um período de maior exigência e consumo de água (Hidalgo, 2002; Magalhães, 2008). Posto isto, o défice hídrico severo nesta fase implicaria graves consequências no desenvolvimento da folhagem e na colheita, conduzindo a um menor tamanho dos bagos, e provocando um atraso da maturação e uma desidratação parcial ou total dos cachos (Wample, 2001; Myburgh, 2003). O stress hídrico moderado antes do pintor reduz o tamanho do bago e abranda marcadamente o crescimento vegetativo (Magalhães, 2008; Gurovich e Vergara, 2005; Ferreyra *et al.*, 2002), permitindo uma maior radiação solar através do copado (Shellie, 2006) e aumentando a relação película-polpa do bago (Ferreyra *et al.*, 2002). Esta diminuição do crescimento vegetativo permite, muitas vezes, uma paragem do crescimento dos lançamentos ao pintor (Magalhães, 2008). Esta desejável paragem ao pintor faz dos bagos os receptores prioritários dos fotoassimilados, evitando assim os atrasos na maturação que resultam da continuação do crescimento vegetativo nesta fase (Castellarin *et al.*, 2007). O efeito do défice hídrico moderado, imposto antes do pintor (entre a alimpa e o pintor), não permite a recuperação do tamanho potencial do bago à vindima, mesmo quando a disponibilidade hídrica não é limitada após o pintor (Gurovich e Vergara, 2005). Vários autores consideram o período antes do pintor como o mais sensível, em termos de rendimento, ao stress hídrico (Matthews *et al.*, 1990; Myburgh, 2003). De acordo com Matthews e Anderson (1989), apesar do défice hídrico ser geralmente mais acentuado no final da estação, o rendimento parece depender mais da disponibilidade hídrica antes do pintor. Segundo Gurovich e Vergara, (2005), a diminuição do tamanho do bago faz equitativamente que o seu teor em sólidos solúveis aumente. Deste modo, a níveis moderados, o stress hídrico pode controlar eficazmente o crescimento vegetativo (Coombe e McCarthy, 2000), com um pequeno decréscimo da produção. Qualquer redução na produção pode ser compensada por um aumento no teor em sólidos solúveis e, potencialmente, na qualidade das uvas e consequentemente nos vinhos.

Magalhães (2008), refere contudo que, quando se pretende uma produção de qualidade, a água utilizável não deve exceder em 50% o défice máximo aceitável, impondo assim uma carência hídrica moderada que não conduza a um crescimento exagerado dos bagos e que permita também uma paragem marcada do crescimento dos lançamentos ao pintor. Esta desejável paragem ao pintor faz dos bagos os receptores prioritários dos fotoassimilados, evitando os atrasos na maturação que

resultam da continuação do crescimento vegetativo nesta fase (Castellarin *et al.*, 2007; Garcia-Escudero, (2007).

Posteriormente decorre o período da maturação (após o pintor), em que se formam os compostos “nobres” que mais influenciam a qualidade das uvas e consequentemente do vinho. Logo, as condições em que se desenrola a maturação, bem como a sua duração, terão um grande impacto na qualidade (Ferreyra *et al.*, 2002; Hidalgo, 2002;).

Se existir um excesso de água decorrente neste período, pode resultar na continuação do crescimento vegetativo da videira, o que influenciará o destino dos fotoassimilados. Estes nesta etapa estão destinados aos bagos e são desviados, além disso, a área foliar aumentará o que pode provocar um sombreamento excessivo nos cachos. Isto implicaria em atrasos de maturação ou mesmo maturações incompletas (Doorenbos, 1986; Lopes, 1994; Ferreyra *et al.*, 2002; Koundouras *et al.*, 2006). Problemas também fitossanitários podem surgir, dado o menor arejamento que existira a nível da zona dos cachos (Doorenbos, 1986).

Na situação oposta, um stress hídrico severo após o pintor, faz com que ocorra uma diminuição da taxa fotossintética e da própria superfície fotossintetizante, devido à senescência prematura e queda das folhas da base dos lançamentos. Logo, o processo de acumulação de fotoassimilados é afectado, e semelhantemente à situação de excesso de água, origina atrasos na maturação ou maturações incompletas (Doorenbos, 1986; Lopes, 1994; Wample, 2001). A área foliar diminui, os cachos poderão ficar demasiados expostos à radiação solar, podendo acontecer escaldões ou no emurchimento dos bagos resultando numa excessiva concentração de compostos solúveis, dos quais pode resultar mostos desequilibrados, com brix elevado e baixa acidez (Doorenbos, 1986). O ideal é sujeitar as videiras a um défice hídrico moderado (Ferreyra *et al.*, 2002).

Em relação ao tamanho, composição, e produção um stress hídrico moderado após o pintor diminui o tamanho dos bagos, aumentando na sua composição a concentração de sólidos solúveis (Gurovich e Vergana, 2005), melhorando a relação película/polpa, relacionado com uma melhoria da qualidade, ao nível dos compostos como os açúcares, aromas e compostos fenólicos (Kliwer *et al.*, 1983; Doorenbos, 1986; Van Leeuwen e Seguin, 1994; Ferreyra *et al.*, 2002).

Um stress hídrico moderado após o pintor reduz a produção, pelo decréscimo provocado no tamanho do bago, basicamente por desidratação, diminuindo, deste modo, a produtividade (Gurovich e Vergara, 2005; Coombe e McCarthy, 2000; Hardie e Martín, 1990; Ojeda *et al.*, 2002) e antecipando a data de vindima, uma vez que a

desidratação dos bagos determina um incremento na concentração de sólidos solúveis (Coombe e McCarthy, 2000; Ferreyra *et al.*, 2002). Contudo, a redução do tamanho do bago é muito menor, em comparação com a redução que se obtém com um défice hídrico induzido antes do pintor (Coombe e McCarthy, 2000; Hardie e Martín, 1990; Ojeda *et al.*, 2002). A taxa de crescimento vegetativo diminui, naturalmente, neste período, e o stress hídrico pode provocar uma ainda maior diminuição daquela taxa (Gurovich e Vergara, 2005). O défice hídrico, nesta fase, estimula o adiantamento da lenhificação dos pâmpanos (Coombe e McCarthy, 2000; Ferreyra *et al.*, 2002).

Contudo, um stress severo após o pintor reduz a acumulação de solutos nos bagos, por diminuição da eficiência da translocação de fotoassimilados, devido à cavitação e embolismo parcial dos tecidos xilémicos do pedúnculo do bago (Becker e Zimmermann, 1984). Por isso, deve-se ter cuidado com a intensidade e duração de stress que se impõe às videiras após o pintor.

Após a vindima, normalmente não há crescimento vegetativo, algumas folhas permanecem e os lançamentos estão atempados, logo é benéfico que exista alguma água disponível para manter a folhagem saudável e prevenir a queda prematura das mesmas (Doorenbos *et al.*, 1986), visto que o prolongamento da actividade fotossintética aumentará a acumulação de reservas de hidratos de carbono e azoto nas partes perenes das videiras (Hidalgo, 2002). Um dos grandes objectivos é assegurar uma disponibilidade hídrica suficiente que contribua para o armazenamento de reservas para a próxima estação. No entanto, não deve permitir um crescimento vegetativo activo até à queda das folhas da videira. Existe ainda a possibilidade de o défice hídrico, nesta fase, provocar alguns efeitos adversos no crescimento das raízes e consequentemente a absorção de nutrientes, podendo resultar também em carências nutritivas no ciclo vegetativo da primavera seguinte. (Wample, 2001; Hidalgo, 2002; Gurovich e Vergara, 2005).

Rega deficitária controlada. A decisão de regar ou não regar está dependente do estabelecimento de objectivos produtivos e de qualidade, além das considerações a ter, da casta, do porta-enxerto, solo, clima e *terroir*.

O princípio de uma rega deficitária é o fornecimento de menor quantidade de água do potencial total requerido pela vinha, com o objectivo de equilibrar as estruturas vegetativas e reprodutivas de modo a otimizar rendimento e qualidade (Prichard, 2004). Não só a quantidade de água fornecida mas também o momento em que esta é fornecida, é revestido de fulcral importância na consideração das vantagens de uma rega programada. Essas vantagens são uma redução de custos energéticos e

consumos de água; um controlo do excesso de vigor; controlo de doenças; aumentos de qualidade; diminuição de riscos ambientais e diminuição de perdas de fertilizantes (Prichard, 2004).

A videira é uma planta com necessidades hídricas particulares, em que a gestão de um défice hídrico moderado em períodos chave do ciclo vegetativo surge como a melhor solução para obter produções de qualidade (Koundouras *et al.*, 1999; Gurovich e Vergara, 2005; Ferreyra *et al.*, 2002; VanLeeuwen *et al.*, 2003). A rega pode então ser uma ferramenta útil de controlo e gestão do estado hídrico das videiras em função dos objectivos de produção. Porém, a água é um recurso limitado e que se poderá tornar cada vez mais escasso no futuro, face às actuais previsões de evolução climática (Payan *et al.*, 2008).

A ideia de se poder usar a rega como uma ferramenta de controlo e gestão do estado hídrico das videiras em função dos objectivos de produção, com o menor consumo de água possível, conduziu ao desenvolvimento de novas estratégias de regadio. Técnicas como o RDI ("*regulated deficit irrigation*") e o PRD ("*partial rootzone drying*") têm sido alvo de vários trabalhos e encontram-se em franca expansão em explorações comerciais (Stoll *et al.*, 2000; Girona, 2005; Souza *et al.*, 2005a; Collins, 2006; Chaves *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007; Intrigliolo e Castel, 2009).

A técnica de rega RDI consiste em induzir um défice hídrico moderado em determinadas fases do ciclo vegetativo das videiras, através da redução ou supressão o fornecimento de água da rega (Prichard, 2003; Dry, 2005; Keller, 2005). A intensidade deve ser diferenciada em função dos objectivos pretendidos (Prichard, 2003; Dry, 2005). Deste modo, pretende-se controlar o desenvolvimento vegetativo (Gurovich e Vergara, 2005; Kridemann e Goodwin, 2003), melhorar a eficiência de uso da água (Kridemann e Goodwin, 2003), otimizar o tamanho do bago e com isso a qualidade através de um possível aumento da concentração de alguns compostos nobres que se encontram maioritariamente na película (Gurovich e Vergara, 2005). A frequência de rega pode ser determinada pela detecção ou predição de um determinado potencial hídrico da planta (Kridemann e Goodwin, 2003).

A RDI utiliza o stress hídrico moderado para obtenção dos objectivos pré-definidos e, como tal, o conhecimento da disponibilidade hídrica do solo é um ponto crítico da aplicação desta técnica, de modo a assegurar que não se impõe um stress hídrico excessivo sobre a videira (Dry, 2005). Os efeitos do RDI são determinados pela oportunidade (estádio fenológico em que se induzem condições de stress hídrico) e intensidade (níveis de stress hídricos impostos e sua duração) do stress hídrico

controlado, que permitirão determinar uma estratégia óptima de acordo com os objectivos desejados (Gurovich e Vergara, 2005). O efeito mais frequentemente referido é a redução do tamanho dos bagos, o que poderá aumentar a concentração de alguns compostos nobres que se encontram maioritariamente na película (Stoll *et al.*, 2000). No entanto, tal afectaria a quantidade produzida e exigiria uma monitorização atenta do estado hídrico da videira, nem sempre fácil de conseguir em explorações comerciais (Chaves *et al.*, 2007).

Na tentativa de tirar partido das vantagens deste tipo de défice hídrico induzido, mas de uma forma mais controlada e sustentável, levou ao desenvolvimento de uma outra técnica o PRD (Stoll *et al.*, 2000).

A técnica de rega PRD utiliza dois tubos de rega, de forma a manter, de forma alternada, um dos lados da raiz sem água. Pretende-se que essa parte do sistema radicular seja levada a “pensar” que está em situação de défice hídrico, desencadeando a produção de ABA (ácido abscísico) e os consequentes efeitos no mecanismo estomático nomeadamente a condutância estomática (g_s), enquanto que, por outro lado é humedecido, mantendo a planta num estado hídrico favorável ao desenvolvimento e maturação dos bagos (Keller, 2005; Girona, 2005; Santos *et al.*, 2003).

Os benefícios desta técnica passam pela possibilidade de fornecer uma quantidade reduzida de água de rega, com o potencial de reduzir o crescimento vegetativo e melhorar a qualidade dos bagos sem causar perdas de produção (Dry and Loveys 1998; Santos *et al.* 2007). Santos *et al.* (2007) referem ganhos ao nível da composição fenólica e do potencial aromático em videiras sujeitas a PRD. Uma outra característica constante em vários ensaios realizados tem sido que, embora a quantidade de rega tenha sido reduzida pela metade, não houve redução significativa no rendimento devido ao tratamento PRD, contrariamente com o que acontece com RDI (Dry *et al.*, 2001). No entanto, existem também trabalhos a não assinalarem diferenças entre esta estratégia e a rega gota-a-gota convencionais (Santos *et al.* 2003; Intrigliolo and Castel 2009). Estas aparentes contradições podem ser relacionadas com as diferenças na intensidade da sinalização química sob irrigação PRD que parece ser ditada pelo tipo de solo, a precipitação prevalente e a demanda de evaporação na região, bem como a frequência de interrupção de irrigação a partir de um lado da zona radicular para o outro (Dry *et al.* 2001; Chaves *et al.* 2007). Diferenças de genótipo ao nível da sensibilidade dos estomas ao stress hídrico ou no transporte de ABA (ácido abscísico) do porta-enxerto, podem também explicar resultados diferentes (De la

Hera *et al.*, 2007). Intrigliolo e Castel (2009) desaconselham mesmo o PRD dados os custos de instalação acrescidos que implicam.

3.2.2. CASTA E PORTA-ENXERTO

A expansão da videira por várias partes do globo originou diferentes tipos de respostas morfológicas e fisiológicas resultantes da interacção entre as condições ambientais encontradas (nomeadamente a disponibilidade hídrica) e a informação contida nos seus génotipos (Pastori e Foyer, 2002).

Uma das primeiras respostas da videira à seca é a redução da condutância estomática (g_s) associada a uma optimização da eficiência intrínseca do uso da água (razão entre a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A) e a condutância estomática), um indicador a longo prazo, da regulação da assimilação de carbono em condições de seca (Bota *et al.*, 2001; Cifre *et al.*, 2005). Em várias castas foram também relatadas modificações das suas características morfológicas e anatómicas para se adaptarem ao défice hídrico, como alterações na área foliar (Gómez del Campo *et al.*, 2003), razão raiz/parte aérea (Toumi *et al.*, 2007) e o tamanho dos vasos do xilema e condutividade (Lovisolo e Schubert, 1998).

Schultz (2003) identificou na videira, e pela primeira vez nas plantas, a existência de comportamentos isohídricos e anisohídricos dentro de uma mesma espécie. A expansão do cultivo da vinha pelas mais diversas partes do globo resultou em diferentes níveis de adaptação ao défice hídrico, levando à divisão das diferentes castas nas duas classes fisiológicas (Schultz, 2003). As variedades isohídricas serão capazes de modificar o seu crescimento e fisiologia de forma a preservar os recursos actuais e controlar as suas necessidades futuras, ao passo que as anisohídricas usam todos os recursos disponíveis independentemente das condições que venham a encontrar. O “conservadorismo” das isohídricas, que fecham os estomas quando é atingido um potencial hídrico limite, de forma a este não ser ultrapassado, em contraste com a postura mais “tolerante” das anisohídricas, que permanecem com os estomas abertos para além desse limite, já havia levado anteriormente Jones (1980) a classificá-las respectivamente como “pessimistas” e “optimistas”.

Para além dos comportamentos isohídricos e anisohídricos consoante a casta (Schultz, 2003), importa referir que, as castas e porta enxertos possuem diferentes características morfológicas e fisiológicas que permitem uma melhor ou pior adaptação

a condições de carência hídrica. Assim, castas mais vigorosas e com uma estrutura vegetativa mais desenvolvida têm potencialmente uma maior exigência hídrica para suprir a actividade metabólica e transpiração acrescidas. No outro extremo, castas com sebes vegetativas menos desenvolvidas, com folhas mais espessas e orientadas de modo a reduzir a incidência da radiação solar, com mais tricomas (diminuem o movimento do ar na superfície foliar e logo a transpiração), com menor densidade estomática, estomas mais pequenos e uma maior capacidade de acumulação de ABA (ácido abscísico) e de manter potenciais hídricos mais baixos, terão uma maior predisposição natural para resistir a períodos de seca (Fregoni, 1999; Gaudillère, 2002).

Considerando que a sensibilidade das videiras à carência hídrica é contudo determinada a nível radicular, a absorção de água e minerais pelas raízes e o seu envolvimento na regulação estomática fazem do porta-enxerto um elemento importante na definição do estado hídrico da videira, com impacto não apenas nas entradas e saídas de água da planta, mas também em outros processos fundamentais como a fotossíntese, o crescimento de lançamentos e folhas e a própria produção (Iacono *et al.*, 1998; Paranychianakis *et al.*, 2004). Tal como na parte aérea, existem ao nível do sistema radicular características morfológicas e fisiológicas que permitem uma melhor gestão da água disponível, tais como sistemas radiculares carnudos, mais expandidos e profundos, com vasos lenhosos pequenos e baixa condutibilidade hídrica (Fregoni, 1999; Hsiao e Xu, 2000).

O genótipo do porta-enxerto tem uma grande influência sobre a densidade do sistema radicular (Williams e Smith, 1991). No entanto, a distribuição das raízes da videira é do mesmo modo significativamente dependente das condições edáficas (Smart *et al.*, 2006.) e do espaçamento entre videiras (Archer e Strauss, 1985). O crescimento das raízes da videira depende da interacção de um determinado genótipo de um porta-enxerto com o meio ambiente, ou seja, a sua adequação aos factores do solo, como textura e espessura do solo (Morlat e Jacquet, 1992), da água e disponibilidade de azoto (Van Zyl, 1988), pH (Conradie, 1988) e salinidade (Southey e Archer, 1988).

O crescimento radicular está coordenado com o crescimento da parte aérea da planta, quer pelo seu relacionamento morfológico e fisiológico, quer pela competição entre ambas as partes pelos assimilados produzidos nas folhas, pela água e pelos minerais absorvidos pelas raízes (Hsiao e Xu, 2000). Uma menor razão tronco/raízes permitirá uma maior exploração do volume de solo com menos perdas de água por transpiração (Fregoni, 1999). Pode-se perceber que, não apenas a casta e o porta-enxerto individualmente, mas também as suas múltiplas combinações tenham respostas

diferentes à humidade do solo, facto referido e estudado por vários autores (Iacono *et al.*, 1998; Paranychianakis *et al.*, 2004). Um mesmo porta-enxerto pode ter diferentes níveis de resposta hídrica consoante a casta que lhe está associada e vice-versa (Iacono *et al.*, 1998).

Para Carbonneau (1985), o contributo mais importante do porta-enxerto para a resistência ao défice hídrico reside na capacidade de extracção e absorção de água das suas raízes. O mesmo autor, em função dos resultados experimentais que obteve, ordenou os porta-enxertos em cinco classes de resistência ao défice hídrico, que vão desde, o altamente resistente ao altamente sensível

Contudo ainda existe um conhecimento limitado sobre a adaptação pedoclimática das diversas combinações garfo – porta enxerto no campo, especialmente sob condições de seca (Koundouras *et al.*, 2008).

3.2.3. IDADE E SANIDADE DA VINHA

As videiras com o avançar dos anos, vão necessitar de diferentes necessidades hídricas, sofrendo também algumas alterações tanto a nível morfológico como a nível fisiológico.

Nos primeiros anos de vida (até aproximadamente aos 5 anos de idade) as raízes ainda estão em desenvolvimento e portanto com uma menor capacidade de exploração em profundidade dos solos, o que implica a necessidade de uma maior disponibilidade hídrica nas camadas superiores destes (Zufferey e Maigre, 2007). Ao atingir a maturidade, por volta dos 10 anos, em plena actividade metabólica, os consumos de água pela videira serão por sua vez mais elevados em função da estrutura vegetativa desenvolvida, mas o seu sistema radicular permitirá também explorar um maior volume de solo (Zufferey e Maigre, 2007). Cerca dos 30 anos de idade o vigor começa naturalmente a decrescer e, embora as necessidades hídricas possam diminuir face à menor expressão vegetativa resultante, existe também alguma degradação do sistema radicular e é possível que a eficiência metabólica e fisiológica vão progressivamente diminuindo (Huglin e Schneider, 1998; Hidalgo, 2002; Gil e Pszczółkowski, 2007).

De forma parecida, também o estado sanitário da vinha influenciará o seu estado hídrico. Entre os vários problemas possíveis podem-se destacar, a título de exemplo, casos de raízes danificadas por fungos, insectos ou nematodes, que terão por isso uma menor capacidade de absorção de água, devendo existir, para compensar, uma

maior disponibilidade hídrica no volume de solo explorável pela videira (Hidalgo, 2002; Magalhães, 2008).

4. FACTORES HUMANOS

Os factores humanos entre os quais os da intervenção humana não podem ser descurados. São também factores como as práticas culturais responsáveis para além dos ambientais, e dos relativos à videira, importantes na definição das necessidades hídricas da videira. As práticas culturais, as opções tomadas pelos viticultores e os objectivos produtivos a que se propõem influenciam também o estado hídrico das videiras e a eficiência do uso da água disponível (Krauter, 2001b); Paranychianakis *et al.*, 2004).

A rega surge como a mais evidente, contudo existem práticas culturais com forte influência nas relações hídricas da videira. Gaudillère *et al.* (2002), menciona que, embora o défice hídrico em viticultura de sequeiro não possa ser controlado de uma forma tão directa como em regadio, existem várias práticas culturais que permitem, até determinada extensão, adequar as necessidades hídricas das videiras às condições ambientais a que estão sujeitas.

4.1 TRABALHOS DE PREPARAÇÃO DO TERRENO PARA IMPLANTAÇÃO DA VINHA

Antes de plantar uma nova vinha há que ter em conta os trabalhos de preparação do terreno para implantação da vinha. A preparação do terreno para implantação de uma vinha desempenha um importante papel, sobretudo em regiões com solos pouco permeáveis ou delgados e de elevada pedregosidade, como a RDD (Região Demarcada do Douro), uma vez que define em grande parte o seu potencial de armazenamento de água e qual será o volume de solo mais facilmente explorável pelas raízes (Malheiro, 2005). Uma surriba mais superficial pode limitar a capacidade de armazenamento de água do solo e o desenvolvimento radicular (Ramos, 2005). Wheaton *et al.* (2008) referem vários trabalhos em que se verificaram aumentos consideráveis do desenvolvimento radicular, vegetativo e do rendimento de produção ao melhorar a profundidade e as propriedades hidráulicas do solo. Oliveira (2001), em trabalhos realizados na RDD (Região Demarcada do Douro), verificou um

aumento das reservas de água no solo em vinhas ao alto (plantadas segundo as linhas de maior declive), comparativamente a vinhas plantadas em patamares, tal parecendo resultar dos movimentos superficiais e sub-superficiais da água ao longo da encosta. No entanto, segundo Moutinho- Pereira (2000), as vinhas ao alto estão por sua vez mais sujeitas à acção erosiva dos agentes meteorológicos, conduzindo a um empobrecimento gradual em elementos argilo-húmicos do solo da cota mais elevada, com um impacto negativo na sua capacidade de armazenamento de água. Nestas condições este deve existir um reajustamento das práticas culturais ao longo da parcela, pelo que o autor propõe uma redução da carga à poda nas videiras plantadas nas zonas da parcela que manifestem uma menor capacidade de armazenamento de água, promovendo assim uma redução da superfície foliar total, o que verificou ser favorável para o estado hídrico da videira.

4.2. DENSIDADE DE PLANTAÇÃO

A densidade de plantação também é um dos factores que influencia o balanço hídrico da vinha. Quando se procede a este tipo de operações verifica-se determinado aspectos que influenciam os balanços hídricos numa videira isolada assim como num conjunto de plantas (juntas) em determinada densidade de plantação.

Quando se planta um maior número de videiras por unidade de área, o volume de solo disponível por videira será menor o que, segundo Huglin e Schneider (1998), leva a um desenvolvimento radicular mais denso e vertical no solo, com uma maior exploração das camadas mais profundas, opinião igualmente apoiada pelo trabalho de Yuste et al. (2007). Por outro lado Wample (2001) observou ainda uma diminuição das perdas de água por transpiração por videira e um aumento da eficiência do uso da água em vinhas com maior densidade de plantação como resultado do efeito de sombra que os copados exercem uns sobre os outros, diminuindo o número de folhas expostas directamente e a uma atmosfera com humidade relativa mais baixa. Yuste *et al.* (2007), analisando a questão não por videira mas por hectare, verificaram que a situação se inverte, ou seja, nas densidades de plantação mais elevadas, apesar de individualmente as videiras apresentarem uma menor expressão vegetativa, por hectare existe uma maior superfície foliar total e uma maior superfície foliar exposta, conduzindo na prática a uma maior perda de água por transpiração. No entanto, há que ter também em consideração a contribuição da evaporação do solo no consumo de água de uma vinha. Um solo com uma menor densidade de plantação, logo com

menor sombreamento por parte das videiras, está mais sujeito a incidência de radiação solar directa, acrescentando as perdas de água por evaporação do solo (Yunusa *et al.*, 1997; Yuste, 2007), o que vai ao encontro dos resultados obtidos por Malheiro (2005), em que a evaporação do solo poderia representar até 80% das perdas totais de água por evapotranspiração numa vinha da RDD (Região Demarcada do Douro).

4.3 SISTEMA DE CONDUÇÃO

O sistema de condução também influencia o estado das relações hídricas da videira. Um sistema de condução com maior expansão vegetativa e mais produtivo terá maiores exigências hídricas, uma vez que será necessária mais água para produzir uma maior quantidade de matéria seca (Fregoni, 1999; Moutinho-Pereira, 2000; Hidalgo, 2002; Yuste, 2007). Por outro lado, relativamente à densidade de plantação, apesar de um sistema de condução com uma maior área foliar ter à partida uma maior exigência de água e maiores perdas por transpiração, o efeito de sombreamento que exerce sobre o solo diminuirá as perdas por evaporação do solo.

Os gastos globais de água do solo podem na verdade ser parecidos, embora com variações, em função da área foliar, das proporções de evaporação e de transpiração no conjunto das perdas de água (Yunusa *et al.*, 1997). No entanto, para Williams (2001) não é propriamente a área foliar total que determina as necessidades hídricas da videira mas antes a superfície foliar exposta. Sistemas de condução que mantenham mais folhas expostas durante as horas de radiação solar mais intensa implicam taxas mais altas de transpiração (Wample 2001; Yuste, 2007).

Lopes (1994), verificou que a menor superfície foliar exposta de videiras conduzidas em Guyot, comparativamente com o método de condução Royat, resultava em Ψ_f de base menos negativos e consequentemente um melhor desempenho fotossintético ao longo do dia.

Lissarrague *et al.* (1991), referem por sua vez que as diferenças de comportamento hídrico verificadas entre diferentes sistemas de condução se devem sobretudo às diferentes alturas do tronco, sendo que uma menor altura facilita a ascensão da seiva, tornando a videira mais resistente a condições de défice hídrico.

Independentemente das diferentes justificações, existe um consenso quanto à importância do sistema de condução no estado hídrico da videira.

4.4 FERTILIZAÇÃO DO SOLO

A fertilidade do solo é também um dos factores com uma relevância marcante na viticultura, assim como, tem relação com questões de ordem hídricas da videira.

Como foi mencionado anteriormente no ponto 3.1.1.2, um défice de nutrientes pode levar a uma diminuição da condutividade hidráulica das raízes e aumentar a susceptibilidade ao défice hídrico (Magalhães, 2008, Hidalgo, 2002).

Carências de cálcio, e magnésio poderão resultar na debilitação das membranas celulares, no entanto elementos químicos como o alumínio, cobalto, molibdénio, cobre, manganês, zinco e boro são referidos como benéficos para a resistência a situações de seca (Fregoni, 1999; Hidalgo, 2002).

Os nutrientes geralmente mais associados ao estado hídrico são o azoto e o potássio. Se houver um aumento pronunciado de azoto poderá conduzir a uma diminuição do ABA, com o consequente aumento de perdas de água por transpiração (Champagnol, 1984). O potássio por sua vez é um elemento químico muito importante para a regulação osmótica e consequente mecanismo de abertura e fecho dos estomas (Hidalgo, 2002).

4.5 MANUTENÇÃO DO SOLO

Na manutenção do solo são usadas diferentes técnicas consoante as regiões e as diferentes preocupações sobre os recursos hídricos por parte dos viticultores.

A utilização de coberturas vegetais tem prosperado em viticultura e entre as vantagens encontram-se melhorias assinaláveis na gestão da água, através sobretudo de um aumento da infiltração de água no solo (Loenard e Andrieux, 1998; Wheaton *et al.*, 2008).

Wheaton *et al.* (2008), num trabalho em que foi utilizada uma cobertura vegetal composta por azevém, registaram também efeitos positivos ao nível da macroporosidade do solo, com melhorias na capacidade de armazenamento e transporte de água no solo e no desenvolvimento vertical das raízes.

Monteiro e Lopes (2007), já haviam observado comportamentos radiculares semelhantes, atribuindo-os ao consumo de água nas camadas superiores do solo por parte da cobertura vegetal, o que levaria à morte das raízes mais superficiais e consequentemente ao desenvolvimento de um sistema radicular capaz de explorar as camadas mais profundas.

Os mesmos autores verificaram também os benefícios já referidos de um solo “coberto” na redução das perdas de água por evaporação.

Outra das vantagens de um solo com cobertura é evitar o escoamento superficial da água, durante períodos de chuva bastante acentuados. Em anos muito chuvosos ou em regiões onde existe grande pluviosidade, a técnica do enrelvamento pode ser a mais indicada, utilizada para controlar o excesso de água, ou para reduzir o vigor da vinha ao competir pela água e nutrientes (Skinkis, 2013).

Por exemplo, em regiões áridas, estabelecer uma cobertura vegetal pode ser difícil ou arriscado, por isso os solos na vinha estão muitas vezes sem qualquer cobertura (Skinkis, 2013). Uma técnica passível de ser utilizada nestas regiões poderá ser a aplicação superficial de gesso natural (84% CaSO_4), como Wheaton *et al.* (2008) verificaram numa vinha em Victoria, Austrália, que conduziu a uma melhoria das propriedades físicas e hidrológicas de um solo maioritariamente franco-arenoso, com pH entre 6 e 7, e do desenvolvimento vertical das raízes.

4.6 REGA

A rega também é uma das importantes técnicas que mais interfere nas relações hídricas da videira e consequentemente no seu estado hídrico (Bartolomé, 1993).

Pacheco *et al.*, (2008), refere que é através da rega que é possível gerir o défice hídrico tolerado pela videira, de modo a obter produções de qualidade.

Em regiões de seca sazonal por exemplo no clima mediterrâneo, os viticultores têm de recorrer a esta técnica cada vez mais para estabilizar as produções e melhorar a qualidade do vinho (Schultz, 2000).

No entanto de acordo com Matthews *et al.*, (1990); Esteban *et al.*, (2001) afirmam que se houver água em excesso pode ter como consequências vinhos desequilibrados e de baixa qualidade.

O “segredo” para melhorar a qualidade de uvas para vinho, em vinhas que são regadas, é conseguir um equilíbrio adequado entre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da videira (McCarthy, 1997).

5. DESTINOS DA PRODUÇÃO

As várias decisões técnicas e opções a tomar na vinha deverão ser sempre definidas em função dos objectivos produtivos (Wample, 2001a).

Considerando que a produção de uvas de uma videira é proporcional à quantidade de matéria seca por ela sintetizada, pode-se esperar que uma vinha conduzida no sentido de ser mais produtiva seja também mais exigente em água e elementos minerais (Fregoni, 1999). No caso da uva de mesa, por exemplo, o mercado valoriza sobretudo, por ordem de importância, o seu aspecto exterior, sabor e aroma, o que levou desde muito cedo de práticas como a rega, no sentido de obter maiores produções e ir de encontro ao gosto do consumidor (Hidalgo, 2002). Na produção de uvas para vinho tais práticas são encaradas com prudência acrescida, face à maior complexidade da noção de qualidade e à sua susceptibilidade em relação às questões hídricas (MattheWs e Anderson, 1988; Girona, 2005). Vários autores têm trabalho na definição de “itinerários hídricos” óptimos, determinando os limites máximos e mínimos de disponibilidade hídrica acima ou abaixo dos quais os objectivos de produção poderão estar comprometidos (Doorenbos *et al.*, 1986; Satti e Jacobs, 2004; Payan *et al.*, 2006; Ojeda, 2007).

6.ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DA VIDEIRA ANTES E APÓS O STRESS HÍDRICO

O transporte de água na planta é parte integrante do processo de crescimento por multiplicação celular e contribui para grande parte do incremento do volume celular, que caracteriza o crescimento. Em condições de défice hídrico intenso o crescimento vegetativo é inibido sendo o crescimento radicular favorecido (Hsiao e Xu, 2000).

As plantas que experimentam stress hídrico sofrem alterações morfológicas e fisiológicas. Schultz e Matthews (1988) já haviam demonstrado que a condutividade hidráulica nos sarmentos da videira diminuía quando a água no solo se esgotava. Mais recentemente, Bondada *et al.* (2012) verificaram que tal diminuição da condutividade hidráulica, em plantas sujeitas a elevado stress hídrico, manifestou-se através de modificações morfofisiológicas, tais como na desidratação do ápice dos sarmentos e posterior abscisão do mesmo, folhas com aparência murcha, gavinhas a inclinarem-se para baixo, que depois ficam desidratadas e por fim ficam com tonalidade castanha. Ao contrário as plantas bem hidratadas apresentam folhas túrgidas, gavinhas apontadas para cima e a crescerem de tal forma que superam as pontas dos lançamentos, assim como exibem folhas primordiais e jovens gavinhas. Estas modificações devem-se a alterações bioquímicas, nomeadamente na acumulação de ABA (ácido abscísico), ocorrendo provavelmente no xilema do pecíolo e folha (Rodrigues *et al.*, 2008). Elevadas concentrações de ABA resultam na diminuição da condutância estomática, demonstrado pelas correlações entre a condutância

estomática e a ABA presente no xilema e nos tecidos foliares (Lovisolo *et al.*, 2002). Considera-se até que uma das primeiras reacções da planta a uma situação de baixa disponibilidade hídrica consiste na diminuição da abertura estomática (Cifre *et al.*, 2005). Ao nível dos cachos, na fase pré-pintor, os bagos respondem ao stress hídrico através do enrugamento do exocarpo, que resulta em bagos de aparência murcha (Bondada *et al.*, 2012). Após o pintor (maturação) os bagos mantêm a integridade do pericarpo, mas em casos de elevado stress hídrico, tomam aparência murcha devido à desidratação (Bondada *et al.*, 2012).

Após a reidratação as folhas recuperam ao nível anatómico e fisiológico. Fisiologicamente, nomeadamente, a condutância estomática e o potencial hídrico foliar recuperam para valores semelhantes aos encontrados em videiras bem irrigadas (Bondada *et al.*, 2012). A fotossíntese, que devido à elevada correlação que tem com a condutância estomática (Wong, 1979) também diminui em eventos de stress hídrico, recuperando igualmente após a reidratação. As folhas recuperam também a aparência túrgida (Bondada *et al.*, 2012). Os ápices após a sua abscisão, já não recuperam e o lançamento não cresce mais, promovendo o crescimento dos lançamentos laterais, as netas. Os bagos são mais sensíveis ao stress antes do pintor, mas em ambas as fases (antes e após pintor) após a reidratação também recuperam a aparência túrgida (Bondada *et al.*, 2012).

No entanto há que ter em conta que a maioria destes efeitos são momentâneos e se a planta sofrer stress hídrico severo durante muito tempo, alguns podem ser irreversíveis, como por exemplo, a queda de folhas ou escaldão dos bagos.

7.RELAÇÕES HÍDRICAS DA VIDEIRA E DETERMINAÇÃO DAS SUAS NECESSIDADES DE ÁGUA

A água é um componente abundante da videira, pelo que toma um papel activo no transporte dos nutrientes absorvidos pela raiz e dos fotoassimilados a partir das folhas e que possui várias funções importantes: é componente do protoplasma das células; é elemento reactivo na fotólise; é determinante na hidrólise do amido e na dissolução de substâncias gasosas e minerais, entre outras inúmeras funções (Magalhães, 2008).

O estado hídrico da planta depende não só da água absorvida pelo sistema radicular, mas também da transpiração (E), constituindo esta o fenómeno fisiológico mais intensamente relacionado com as exigências hídricas, sendo regulado por uma série de factores abordados neste mesmo capítulo.

O consumo de água de uma cultura traduz-se geralmente pela sua evapotranspiração (ET), que integra em si as componentes do solo e transpiração das plantas (Malheiro, 2005).

Geralmente, para efeitos de rega, a determinação da ET é feita através do recurso a modelos matemáticos, baseados em dados climáticos, que determinam a ET de uma cultura de referência (ET₀), a qual será sujeita a um coeficiente cultural (K_c), para se obter a ET da cultura em causa. Ou seja, tem-se: $ET_c = ET_0 \times K_c$ (**Eq. 2.1**).

Algumas das equações que se destacam são: a de Blaney-Criddle e de Penman-Monteith, sendo esta última aquela que é geralmente utilizado pela FAO (Allen *et al.*, 1998; Hidalgo, 2002). Os coeficientes culturais utilizados deverão ter em conta não apenas a cultura mas também, todo um conjunto de factores, devendo sofrer uma evolução ao longo das fases do ciclo vegetativo (Doorenbos *et al.*, 1986; Williams, 2001).

Outro método vulgarmente usado e de aparentemente simples implementação baseia-se no balanço hídrico do solo (Payan *et al.*, 2006). Do lado das entradas tem-se a água já armazenada no solo disponível para a planta, a precipitação (P) e os possíveis suplementos de água por via da rega (R). Em termos de saídas, além das eventuais perdas de água por escoamento superficial (ES) e percolação (D), tem-se a ET (Yunusa *et al.*, 1997). Deste modo, $ET = \Delta AFU + P + R - ES - D$ (**Eq. 2.2**).

Seguin (1988) define terroir como um ecossistema que interage entre si. Num determinado local, o clima, o solo e a vinha (também o porta-enxerto e a casta) conjugam-se de tal maneira que, todos em conjunto influenciam a qualidade e o estilo do vinho (Falcetti, 1994).

Este conceito é particularmente relevante para o estado hídrico da videira. Não apenas pela água ser um dos mais importantes elementos do mesmo (Van Leeuwen e Seguin, 1994; Trambouze *et al.*, 1998; Koundouras *et al.*, 1999) mas também, pela influência exercida por factores genéticos, fisiológicos, ambientais e humanos sobre as necessidades hídricas de uma vinha.

De facto, existem factores que influenciam seguramente as relações hídricas da videira. Os factores atmosféricos nomeadamente, o clima, a precipitação, a temperatura, o vento e a radiação solar e os factores edáficos referentes a tudo o que é inerente ao solo. A planta por si só também tem efeitos pois, a videira possui diferentes tipos de respostas de morfologia e de fisiologia resultantes da interacção entre as condições ambientais encontradas nomeadamente a disponibilidade hídrica e a informação contida nos seus genótipos (Pastori e Foyer, 2002). E a acrescentar, por último, os factores agronómicos (práticas culturais referidas no ponto 4, que são os

principais responsáveis pelo estado hídrico das videiras. Há que ter em conta a intervenção humana na vinha. Os viticultores através das práticas culturais, que utilizam com vista a atingir metas, tendem a influenciar o regime hídrico das videiras e a eficiência do uso da água disponível (Krauter, 2001b).

Relativamente às relações hídricas, de acordo com Lopes (2008), o movimento da água através da planta é ascendente e ocorre devido ao decréscimo do potencial de água nas folhas, gerando tensões hidrostáticas no xilema, que é contínuo das folhas até à raiz. É um processo passivo processando-se das zonas de maior para menor potencial sendo a transpiração, a promotora do movimento da água no xilema.

A definição de stress hídrico aproxima-se da situação em que a água se torna como um “factor” limitativo ao normal funcionamento da planta, o qual pode ocorrer quer por défice, quer por excesso de água. A videira sob uma situação de deficiência hídrica no solo, fecha os seus estomas, o que consequentemente, permite uma redução da transpiração, constituindo uma resposta de curto prazo ao stress hídrico (Lopes, 2008). Esta resposta dos estomas está associada à quantidade de ABA (ácido abscísico) no xilema e/ou aos sinais químicos provenientes das raízes, segundo este autor. Convém referir que, relativamente ao stress hídrico, as castas tomam por vezes formas de adaptação distintas.

Schultz (2003) e Medrano *et al.* (2003) classificaram-nas segundo dois tipos de comportamento: as isohídricas que, quando atingem um potencial hídrico limite, mantêm-no pelo encerramento dos estomas, economizando dessa forma a água; e as anisohídricas que depois desse limiar crítico continuam a absorver água disponível no solo, já que mantêm os estomas abertos durante mais tempo, assunto este abordado no ponto 3.2.2.

8.AVALIAÇÃO DO ESTADO HÍDRICO DA VIDEIRA.

8.1 INDICADORES DO ESTADO HÍDRICO DA VIDEIRA

É fundamental avaliar com rigor e em tempo real, o estado hídrico da videira bem como as disponibilidades de água do solo (intensidade, duração e importância da carência hídrica). O acompanhamento ao longo do seu ciclo vegetativo poderá permitir ao técnico e ao viticultor decidir quando e como actuar. Da determinação das necessidades e momentos de rega, à decisão de efectuar uma despona ou uma desfolha (para diminuir a área foliar e por consequência, a área transpirante), até à

definição da própria data de vindima, as possibilidades de acção no domínio das relações hídricas são variadas (Bernard *et al.*, 2004). Payan *et al.* (2006) afirma que é, portanto indispensável dispor-se em tempo útil de informação fidedigna que permita tomar a melhor opção técnica para a concretização dos objectivos produtivos. Entre as várias ferramentas actualmente disponíveis, encontram-se métodos baseados na avaliação do estado hídrico do solo ou das plantas (Williams, 2001; Intrigliolo *et al.*, 2007; Zufferey e Murisier, 2007).

8.1.1 INDICADORES FISIOLÓGICOS

Com a utilização de estratégias de rega como a RDI e a PRD, a condução da rega tornou-se mais exigente do ponto de vista de técnicas de monitorização. Com efeito, a alteração da distribuição da água na zona radicular provoca uma modificação na fisiologia da videira sobretudo em resultado de sinais químicos produzidos nas raízes existentes na zona do solo em dessecação (Lopes, 2008). A detecção das alterações fisiológicas provocadas por estes sinais não pode ser feita apenas através da monitorização das variáveis ambientais (clima e solo), sendo fundamental monitorizar o estado hídrico da videira de forma a obter informação mais robusta para uma eficaz gestão da rega deficitária. Os indicadores baseados em parâmetros fisiológicos da videira são particularmente úteis na monitorização do seu estado hídrico, sendo também cada vez mais utilizados na definição de itinerários hídricos que permitam atingir as melhores condições para a vinha (Handley, 2001; Deloire *et al.*, 2005; Girona, 2006).

8.1.2 POTENCIAL HÍDRICO

O estado hídrico da planta resulta do balanço entre a absorção e perdas de água por transpiração. O potencial hídrico foliar (Ψ_f) é um bom indicador do estado hídrico pois traduz fisicamente o estado energético da água na planta. Os factores que determinam Ψ_f são o potencial médio do solo na zona radicular, a evapotranspiração real instantânea e a resistência do circuito principal solo-folha (Lopes, 2008).

A medição do potencial hídrico foliar (Ψ_f) através do recurso à câmara de pressão (Scholander *et al.*, 1965) é por muitos considerado o método de referência de monitorização do estado hídrico de uma vinha (Choné *et al.*, 2001; Ferreyra *et al.* 2002; Deloire *et al.* 2005; Baeza *et al.*, 2007). Este método consiste em cortar uma folha pelo pecíolo e submetê-la, no interior de uma câmara estanque, a uma pressão

crescente (por injeção de azoto ou ar comprimido) até se observar a saída de seiva pelo corte.

A pressão (em -MPa) registada no manómetro da câmara nesse momento corresponde ao Ψ_f (Linares *et al.*, 2007). Quanto menos água livre existir na planta, em resultado de uma menor disponibilidade hídrica, maior será a pressão necessária para provocar a sua saída pelo pecíolo, ou seja, mais negativo será o Ψ_f (Smart, 1974; Deloire *et al.*, 2005).

Dependendo do momento em que se realizam as medições, há que considerar o potencial de base e o potencial mínimo. É usual apenas recorrer-se ao Ψ_b (potencial hídrico foliar de base que é medido de madrugada), uma vez que se pode partir do princípio que antes do nascer do sol, os estomas ainda estão fechados e que há um equilíbrio entre o potencial hídrico do solo e o da planta (Silvestre *et al.*, 2007). E que, por outro lado, existem também, para determinadas situações específicas, ligações significativas entre o Ψ_b e o Ψ_h (potencial hídrico foliar registado ao meio dia) (Sibile *et al.*, 2007). Embora, se possam estabelecer relações entre o potencial hídrico durante o dia e o potencial hídrico de base, elas não são contudo lineares, pois dependem não só da casta, mas também das características de implementação do sistema radicular ao longo do solo, bem como de outros factores (Magalhães, 2008). A planta, quanto menos água livre tiver, em resultado de uma menor disponibilidade hídrica, maior será a pressão necessária para provocar a sua saída pelo pecíolo, ou seja, mais negativo será o Ψ_f (Deloire *et al.*, 2005).

O potencial hídrico foliar de base é por muitos considerado o melhor parâmetro para definir a condição hídrica da videira num determinado momento (Smart e Coombe, 1982). Na verdade, tem sido correlacionado com a constituição das uvas (Naor *et al.*, 1994; Williams *et al.*, 1994), com o crescimento vegetativo (Schultz e Matthews, 1988, 1993) e com a produção (Greenspan *et al.*, 1996; Grimes e Williams, 1990). Este indicador, também tem sido usado como um factor no modelo funcional de condutância estomática das videiras (Winkel e Rambal, 1993).

É certo que o estado hídrico da videira varia consideravelmente em função da fase do ciclo, da hora do dia e da disponibilidade em água no solo. Em condições de solo bem provido de água e num dia de céu limpo, o Ψ_f começa a diminuir rapidamente no início da manhã, continua a baixar até cerca do meio-dia solar e recupera durante a tarde, atingindo o seu valor máximo durante a noite (Lopes, 2008). É importante referir que a evolução do potencial hídrico foliar ao longo do dia resulta, não só da disponibilidade em água no solo, mas também das condições meteorológicas que determinam o poder evaporativo da atmosfera, da condutividade hidráulica interna das plantas e do controlo estomático (Choné *et al.*, 2001 Medrano *et al.*, 2007).

Salientando a ideia, o potencial hídrico foliar de base fornece-nos uma estimativa do potencial de água do volume de solo explorado pelas raízes, revelando a disponibilidade hídrica da planta mais correcto que os valores de Ψ_f diurnos que são afectados pelos factores climáticos e, nas plantas sob deficiência hídrica, pelo controlo endógeno dos estomas sobre as perdas de água por transpiração (Chaves e Rodrigues, 1987; Lopes, 1994). Lopes *et al.* (1998) verificaram a existência de uma estreita dependência do potencial hídrico foliar de base relativamente à variação da percentagem de água disponível no solo, confirmando a sua importância como um bom indicador da disponibilidade hídrica do solo e da actividade fisiológica da videira, sobretudo em condições de secura. Como desvantagens do Ψ_b refere-se a necessidade de ser medido de madrugada e não permitir avaliar o pico de stress diurno.

Então, as medições de potencial hídrico foliar de base são uma acção que tem sido feita em estudos, as videiras estão em equilíbrio com o potencial de água do solo desde que a medição seja feita antes do nascer do sol (Correia *et al.*, 1995; Schultz, 1996; Winkel e Rambal, 1993).

Associando este tema à fotossíntese, é complicado apontar a partir de que valor de potencial hídrico diminui a mesma. Uma vez que varia consoante a história da planta, conforme os ciclos precedentes, o local, as condições ambientais actuais, a casta (Lovisolo *et al.*, 2010) e a idade foliar (Patakas *et al.*, 1997), entre outros factores. Choné *et al.* (2001) refere que o tipo de solo pode também influenciar o valor de potencial hídrico. Contudo, dada a importância desta medição que é a mais aceite pelo sector e comunidade científica, vários investigadores forneceram valores de referência do potencial hídrico para conhecer as restrições hídricas da videira, inclusive as relações ao longo do ciclo vegetativo (Carbonneau, 2002; Ojeda, 2007).

Neste estudo, no potencial foliar hídrico diurno, foi considerada a medição do potencial foliar hídrico mínimo (Ψ_{MD}) às 10:00, 14:00 e 17:30 horas. As medições a estas horas, quando há regulação estomática e a planta está em plena actividade (transpiração, fotossíntese, etc.), em folhas expostas, tem como o objectivo indicar o potencial mínimo de água na folha experimentado pela planta durante o dia (Van Leeuwen *et al.* 2009). Este método pode ser o mais prático para os produtores implementarem devido ao seu procedimento simples, rápido e pelo facto de poder ser feito durante o horário normal de trabalho. No entanto, devido ao comportamento isohídrico de algumas castas, este método nem sempre reflecte o verdadeiro estado hídrico da planta (Lovisolo *et al.* 2010; Chaves *et al.* 2010).

O comportamento isohídrico caracteriza-se por um forte controlo estomático da transpiração, resultando na observação de valores de potencial mínimo similares entre

plantas em stress e em conforto hídrico (Tardieu e Simonneau, 1998). Apenas em situações extremas de stress a videira perde esta capacidade de controlo, provocando uma queda no potencial mínimo (Medrano *et al.*, 2003). Em plantas com comportamento anisohídrico, devido ao fraco controlo estomático, a variação temporal diária do potencial hídrico foliar, em consequência de um aumento da demanda evaporativa da atmosfera, é similar em plantas em stress e em conforto, pelo que as diferenças no potencial foliar entre plantas com diferentes níveis de abastecimento em água se mantêm constantes ao longo do dia (Tardieu e Simonneau, 1998).

A evolução do potencial hídrico foliar ao longo do dia resulta, não só da disponibilidade em água no solo, mas também das condições meteorológicas que determinam o poder evaporativo da atmosfera, da condutividade hidráulica interna das plantas e do controlo estomático (Choné *et al.*, 2001; Medrano *et al.*, 2007) referem que nem sempre existe uma correspondência entre o Ψ medido ao meio-dia solar e a condutância estomática, podendo-se observar valores semelhantes de Ψ_{MD} face a níveis diferentes de carência hídrica.

Outros métodos de avaliação do estado hídrico têm sido usados, para além do potencial hídrico de base Ψ_b , como o potencial hídrico do caule Ψ_{stem} .

O potencial de água do caule (Ψ_{stem}) é medido através do procedimento de revestir as folhas com papel de alumínio, a qualquer hora do dia, para impedir a sua transpiração, que se equilibra assim com a do pânpano (Begg e Turner, 1970). Tem-se mostrado menos variável do que o potencial hídrico foliar de base e melhorou a capacidade de detectar diferenças pequenas, mas estatisticamente significativas entre os tratamentos (McCutchan e Shackel, 1992). Constatou-se também que existe uma diferença clara entre o potencial de água do caule entre dois tratamentos de rega que ocorreram numa data anterior (uma semana) durante o período de crescimento do que, as diferenças para ambos os mesmos tratamentos (Selles e Berger, 1990). A medição do Ψ_{stem} apresenta uma maior sensibilidade às variações de disponibilidade hídrica relativamente ao Ψ diurno, fruto da boa correlação encontrada com a transpiração (Choné *et al.*, 2001; Ferreyra *et al.*, 2002; Deloire *et al.*, 2005). Esta tem sido também bem relacionada com outros indicadores de stress hídrico como o abrandamento do crescimento vegetal e o peso dos bagos (Van Leeuwen *et al.*, 2009). No entanto o Ψ_{stem} é também dependente das condições atmosféricas, nomeadamente da radiação, temperatura e o défice de pressão vapor (VPD) (Santesban *et al.*, 2011).

Williams e Baeza (2007) verificaram que o Ψ_{stem} varia em função da temperatura ambiente e do VPD no momento da medição, em vinhas com conforto hídrico. No entanto, em vinhas com stress hídrico, o VPD terá menor influência na variação do

Ψ_{stem} (Williams e Trout 2005; Santesban *et al.*, 2011). Santesban *et al.* (2011), num estudo observaram que a temperatura do ar era mais influente que o VPD e a evapotranspiração ao meio-dia. Segundo os mesmos autores a quantidade de cachos e a área foliar também influenciam o Ψ_{stem} .

É difícil estabelecer a partir de que valor de potencial hídrico diminui a fotossíntese, uma vez que varia consonante o local, a história da planta em ciclos precedentes, as condições ambientais actuais (Sanchez, 2007), a casta (Lovisolo *et al.* 2010) e a idade foliar (Patakas *et al.*, 1997), entre outros factores. Segundo Choné *et al.* (2001), o tipo de solo pode também influenciar o valor de potencial hídrico, uma vez que solos argilosos dão valores menos negativos que solos arenosos. A própria colocação espacial da folha seleccionada para a medição dentro da sebe influencia os resultados (Schultz e Matthews, 1993). No entanto, devido ao facto desta medição constituir um dos parâmetros de controlo do estado hídrico da videira mais aceite pelo sector e comunidade científica, vários investigadores forneceram valores de referência do potencial hídrico para conhecer as restrições hídricas da videira, inclusive as relações ao longo do ciclo vegetativo como se pode ver na figura 5 (Carbonneau, 2002; Ojeda, 2007).

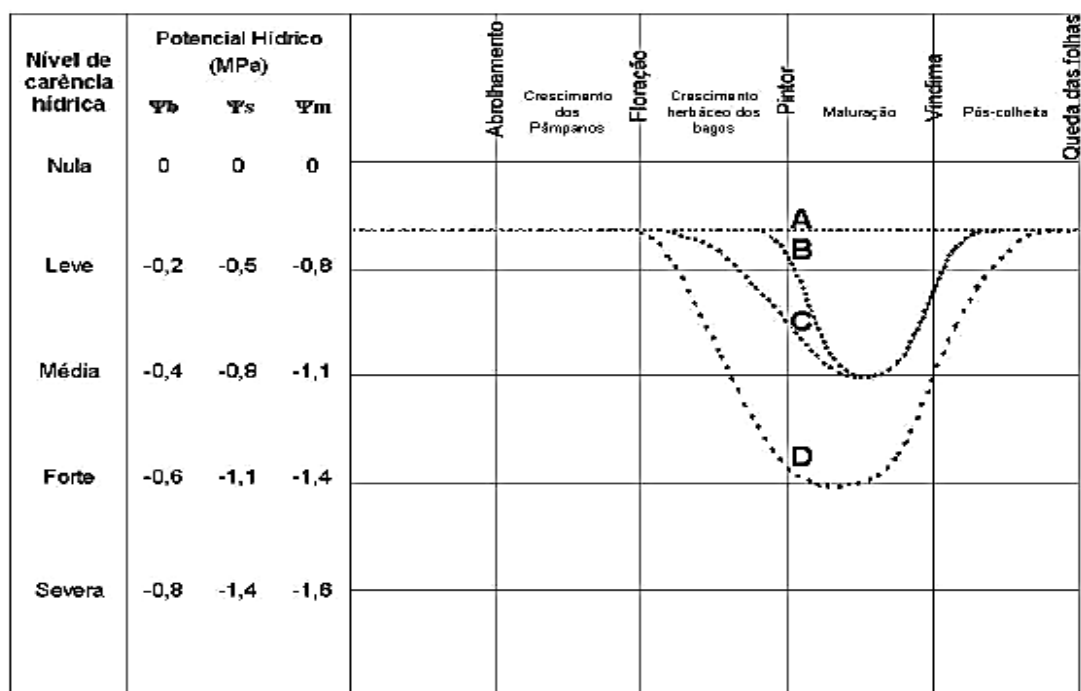


Figura 5 – Estados hídricos de A a D definidos ao longo do ciclo vegetativo da videira segundo o Ψ de base (Ψ_b), Ψ do sarmento (Ψ_s) e Ψ mínimo (Ψ_m) em função de diferentes objectivos produtivos (Ojeda, 2007).

- (A) Mosto concentrado, sumo de uva, vinhos básicos e jovens, vinhas em formação;
- (B) Vinhos básicos, ligeiros, frutados;
- (C) Vinhos de qualidade, equilibrados, mas com predominância de fruta sobre a estrutura;
- (D) Vinho de qualidade, concentrados, equilibrados e aptos para guarda.

8.1.3 TROCAS GASOSAS

A medição das trocas gasosas entre a folha e a atmosfera pode ser avaliada pelo equipamento designado por IRGA - Analisador de Gases por Infravermelhos, o qual regista a temperatura do ar (T_a) e da folha (T_f), a transpiração (E), a fixação de CO_2 (A) e a condutância estomática (g_s). Cifre *et al.* (2005) referem que uma das primeiras reacções da planta a uma situação de baixa disponibilidade hídrica consiste na diminuição da abertura estomática. Assim sendo percebe-se que, as trocas gasosas podem ser um importante indicador de stress hídrico (Flexas *et al.*, 2004; Cifre *et al.*, 2005; Medrano *et al.*, 2007). A condutância estomática (g_s) é considerada por Flexas *et al.* (2004), um sinal associado à resposta da planta ao défice hídrico. A grande ligação existente entre a g_s e a fotossíntese pode ser utilizada para monitorizar o estado hídrico da planta (Flexas *et al.*, 2002; Cifre *et al.*, 2005). Porém, visto que na resposta da fotossíntese ao stress hídrico podem estar envolvidas limitações não estomáticas, sobretudo em situações de maior severidade, a avaliação da g_s deve ser complementada com a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A). A razão A/g_s (eficiência intrínseca do uso de água) permitirá avaliar o tipo de limitações envolvidas na resposta da fotossíntese à carência hídrica (Flexas *et al.*, 2004).

Alguns autores indicam que para permitir uma razão A/g_s máxima, uma rápida recuperação da fotossíntese após a rega e uma melhor qualidade das uvas, com perdas reduzidas comparativamente a uma rega intensiva, a g_s deve manter-se num determinado intervalo (**$0,15 > g_s > 0,05 \text{ mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$**), correspondente a um stress hídrico moderado ou médio como se pode verificar na tabela 2 (Flexas *et al.*, 2002; Medrano *et al.*, 2002; Cifre *et al.*, 2005). Estes consideram que a rega apenas deve ser aplicada quando os valores de g_s forem inferiores ao limite mínimo deste intervalo (Medrano *et al.*, 2002; Cifre *et al.*, 2005).

Magalhães (2008) defende que num dia de Verão de céu limpo, desde a aurora até meio do dia, a T_f vai-se tornando superior a T_a , enquanto g_s diminui, com consequente redução de E e de A devida ao encerramento progressivo dos estomas, cujos valores fornecem a evolução do estado hídrico das folhas.

Apesar de Intrigliolo *et al.* (2009) considerarem os valores obtidos com o IRGA extremamente fiável para este fim e da vantagem de se tratar de um método não destrutivo, tal equipamento continua a ser mais utilizado para fins científicos do que em explorações comerciais, facto a que não é alheio o seu elevado custo e a especialização exigida para o seu manuseamento (Intrigliolo *et al.*, 2007). Além disso, tratando-se de medições em folhas individuais, a amostragem é sempre complexa, e as medições, tornam-se bastante demoradas. (Lu *et al.*, 2003).

Tabela 2 – Variação da gs consoante o nível de carência hídrica e impacto na fotossíntese na videira (Flexas et al., 2002; Medrano et al., 2002; Cifre et al., 2005)

Condutância estomática (gs) (mol H ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹)	Nível de carência hídrica	A	A/gs	Ci	ETR	ε	Tipo de limitação da fotossíntese
0,50 > gs > 0,15	Leve	–	+	–	–	=	Limitação estomática
0,15 > gs > 0,05	Médio ou Moderado	–	+	–	–	–	Limitação estomática dominante e início de não estomáticas
gs < 0,05	Severo	–	–	+	–	–	Limitações não estomáticas dominantes

Legenda: (–) diminui, (+) aumenta, (=) não varia;

(A) Fotossíntese, (A/gs) Eficiência intrínseca do uso da água, (Ci) Concentração de CO₂ nos espaços intercelulares,

(ETR) Taxa de transporte de electrões da tilacóide, (ε) Eficiência de carboxilação.

9 RENDIMENTO E PRODUÇÃO

O impacto da disponibilidade hídrica na quantidade de uvas produzidas pelas videiras tem sido ao longo dos anos alvo de inúmeros estudos. O senso comum aponta geralmente para que a uma maior disponibilidade de água corresponda uma maior produção. No entanto, a necessidade de um uso mais racional de um recurso escasso como é a água e a preocupação com a qualidade das uvas produzidas exigem um conhecimento mais profundo da relação entre a água e a produção.

Vários trabalhos apresentam uma relação proporcional entre a produção das videiras e a dotação de rega (Creasy e Lombard, 1993; Arnold e Williams, 2001; Esteban *et al.*, 2001; Nadal e Lampreave, 2007). Outros autores, como Garcia-Escudero *et al.* (1994) Intrigliolo e Castel (2009), apesar de verificarem também um aumento de produção face ao tratamento não regado, não encontraram diferenças significativas entre diferentes dotações de rega. Santos *et al.* (2003; 2007) não encontraram igualmente diferenças

nas quantidades produzidas entre tratamentos regados com 50% da ETc ou com 100% da ETc. Tal facto pode implicar uma economia considerável de água, uma vez que, com metade da dotação se conseguiu produzir quantidades equiparáveis. Resultados semelhantes foram obtidos por Kennedy *et al.* (2002).

Por sua vez, o momento em que a água está disponível poderá ter porventura um impacto ainda maior no rendimento. Hardie e Considine (1976) apontavam já para um impacto mais negativo no rendimento quando a carência hídrica ocorria nas fases iniciais do desenvolvimento. Ao longo dos anos vários trabalhos reforçaram esta ideia, parecendo estabelecer o período anterior ao pintor como o mais sensível, em termos de rendimento, às questões hídricas (Morris e CaWthon, 1982; MattheWs *et al.*, 1990; Myburgh, 2003; Reynolds, *et al.*, 2007). Segundo MattheWs e Anderson (1989), apesar do défice hídrico ser geralmente mais acentuado no final da estação, o rendimento parece depender mais da disponibilidade hídrica antes do pintor.

Para melhor compreender as variações do rendimento da videira, é importante decompô-lo nos seus diferentes componentes. Este é assim função do número de cachos produzidos e do peso dos cachos, ambos correlacionados com a disponibilidade de água no solo (MattheWs e Anderson, 1989).

O número de cachos depende em primeiro lugar das condições do ano anterior, sendo a formação dos botões florais favorecida por um final de Primavera / início de Verão com uma carência hídrica moderada aliada a altas temperaturas e alta radiação (Carbonneau e Pasteran, 1979; Doorenbos *et al.*, 1986; MattheWs e Anderson, 1989; Fregoni, 1999). Já no período compreendido entre o abrolhamento e a floração não deve existir défice hídrico de forma a permitir um abrolhamento regular, uma boa diferenciação floral e a obtenção de um maior número de cachos (Buttrose, 1974; MattheWs *et al.*, 1987; Myburgh, 2003). Embora não exista um consenso absoluto, vários autores registaram um maior número de cachos em videiras regadas, sobretudo antes do pintor (MattheWs e Anderson, 1989; Ferreyra *et al.*, 2002; Shellie, 2006; Garcia-Escudero, 2007; Nadal e Lampreave, 2007).

O peso dos cachos é por sua vez função do número e peso dos bagos. Segundo diversos autores, o número de bagos é favorecido por uma carência hídrica moderada no período compreendido entre a floração e o vingamento, de modo a possibilitar uma paragem vegetativa e privilegiar os fenómenos reprodutivos (Carbonneau e Casteran, 1979; Bravdo *et al.*, 1985; Myburgh, 2003). No entanto, tal como no número de cachos, alguns autores referem também um maior número de bagos em videiras regadas, sobretudo antes do pintor (MattheWs e Anderson, 1989; Ferreyra *et al.*, 2002).

Apesar da importância dos vários componentes do rendimento, para diversos autores as grandes diferenças de produção entre videiras com diferentes disponibilidades hídricas

devem-se sobretudo ao tamanho dos bagos (Creasy e Lombard, 1993; Garcia-Escudero *et al.*, 1994; Baeza *et al.*, 2007; Reynolds *et al.*, 2007; Intrigliolo e Castel, 2009).

O padrão de crescimentos dos bagos segue uma curva duplo-sigmóide (Figura 6) que pode ser dividida em três fases: (I) 1ª fase de crescimento por divisão e expansão celular entre o vingamento e o pintor; (II) fase estacionária durante o pintor; (II) 2ª fase de crescimento por expansão celular entre o pintor e a maturação, motivada pela acumulação de açúcares (Hardie e Considine, 1976; Shellie, 2006; Thomas *et al.*, 2006; Castellarin *et al.*, 2007; Fouquet *et al.*, 2008).

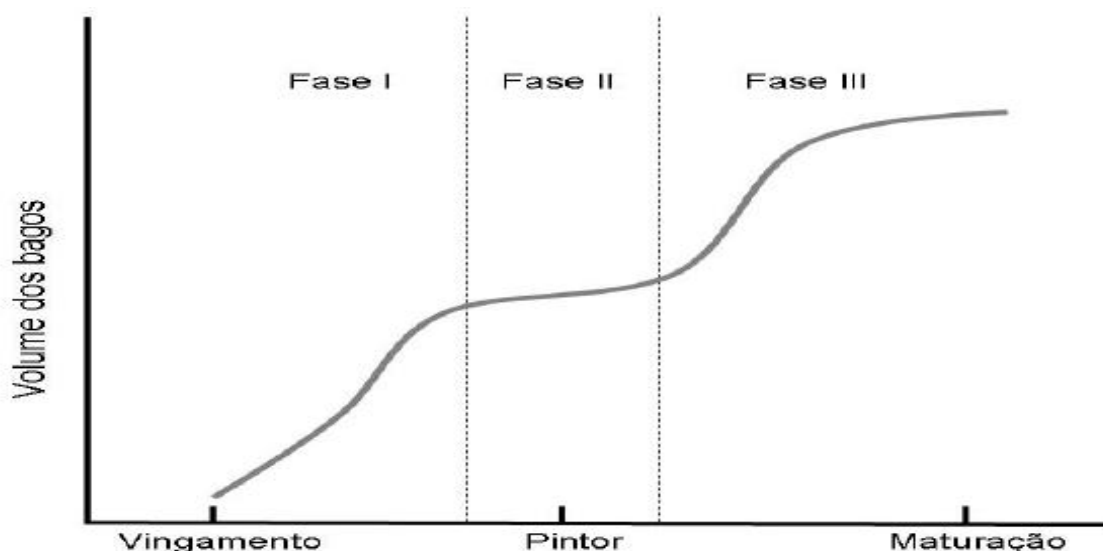


Figura 6 – Fases de crescimento dos bagos (adaptado de Hardie e Considine, 1976)

Estas três fases estão correlacionadas com o estado hídrico da videira (Deloire *et al.*, 2005). Muitos trabalhos referem um aumento do tamanho dos bagos com a disponibilidade hídrica (Freeman e KlieWer, 1983; Ojeda *et al.*, 2002; Gachons *et al.*, 2005; Intrigliolo e Castel, 2009). Outros autores, aprofundando um pouco mais a questão, referem que é na primeira fase de crescimentos dos bagos que a água mais afectará o seu tamanho, sendo que uma maior disponibilidade hídrica nesta fase resulta em bagos maiores (MattheWs e Anderson, 1988; MattheWs e Anderson, 1989; Greenspan *et al.*, 1994; Ferreyra *et al.*, 2002; Castellarin *et al.*, 2007). Já na segunda fase de crescimento, que geralmente se considera ser também afectada pelo estado hídrico da videira, mesmo que em menor grau (Vicente-Paulo *et al.*, 2001; Thomas *et al.*, 2006; Baeza *et al.*, 2007), para alguns autores esse impacto não é suficiente para gerar diferenças significativas no tamanho dos bagos (Greenspan *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 2003; Koundouras *et al.*, 2006).

Esta hipotética diferença de sensibilidade das duas fases de crescimento dos bagos à disponibilidade hídrica julgava-se ser devida à ocorrência de uma ruptura parcial dos vasos xilémicos do pedicelo após o pintor, o que levaria a que o fluxo de seiva para o

bago, que até aí se fazia através do xilema (e como tal em ambos os sentidos), passasse a ser feito preferencialmente pelo floema, limitando como tal as saídas de água do bago, numa espécie de mecanismo de defesa dos bagos à desidratação durante a maturação (Greenspan *et al.*, 1994; Fouquet *et al.*, 2008). Contudo, estudos recentes referem que os vasos xilémicos permanecem intactos após o pintor, podendo efectivamente verificar-se um fluxo de água dos bagos para a videira durante a maturação, caso exista um gradiente de potenciais hídricos que o motive (Dai *et al.*, 2010).

10 RELAÇÃO QUANTIDADE/QUALIDADE E COMPOSIÇÃO DO MOSTO

A grande discussão em torno da disponibilidade hídrica na cultura da vinha prende-se sobretudo com o potencial impacto que esta poderá ter na qualidade dos vinhos produzidos.

Tradicionalmente a rega da vinha era considerada uma prática lesiva para a qualidade. Actualmente é aceite que, tanto condições de abundância, como de carência hídrica, poderão ter um impacto negativo na qualidade das uvas produzidas e dos vinhos resultantes (KlieWer *et al.*, 1983; Doorenbos *et al.*, 1986; Jackson e Lombard, 1993; Lopes, 1994). A procura do ponto de equilíbrio implica a compreensão dos diferentes mecanismos através dos quais a disponibilidade hídrica poderá afectar a qualidade das uvas (Ginestar *et al.*, 1998; Roby e MattheWs, 2004).

A relação entre o estado hídrico da videira e o crescimento vegetativo da videira poderá explicar algumas das potenciais variações qualitativas da produção. Para Koundouras *et al.* (2006) esta é na verdade a principal forma de acção da disponibilidade hídrica sobre a qualidade. Como foi já referido anteriormente, a fase do pintor representa um ponto de viragem na repartição dos fotoassimilados e as videiras deverão então estar sujeitas a uma carência hídrica moderada capaz de provocar a desejável paragem do crescimento vegetativo que fará dos bagos os novos receptores prioritários dos fotoassimilados (Castellarin *et al.*, 2007; Garcia-Escudero, 2007). No entanto, caso exista demasiada água disponível durante este período, o crescimento vegetativo poderá não ser interrompido, o que por um lado desviará fotoassimilados que estariam destinados aos bagos, e por outro lado aumentará a área foliar, podendo provocar um sombreamento excessivo dos cachos. Tal poderá conduzir a atrasos de maturação ou mesmo a maturações incompletas (Hepner *et al.*, 1985; Doorenbos, 1986; Ginestar *et al.*, 1998; Souza *et al.*, 2005a; Koundouras *et al.*, 2006). Poderá igualmente originar uma maior incidência de problemas fitossanitários, nomeadamente

de *Botrytis cinerea*, dado o menor arejamento que existirá na zona dos cachos (Doorenbos, 1986; Arnold e Williams, 2001).

Estes tipos de problemas fitossanitários são igualmente potenciados pela ocorrência de precipitação próxima à colheita, não só pela humidade acrescida, mas também pelo aumento súbito de volume dos bagos, provocando fissuras nas películas. O viticultor é colocado perante o dilema entre ter de colher as suas uvas mais cedo, e portanto não totalmente maduras, para não comprometer o seu estado sanitário, ou tentar aguardar por uma maturação mais completa mas com risco qualitativos e fitossanitários associados (Jackson e Lombard, 1993).

Passando para o extremo oposto, uma situação de carência hídrica intensa após o pintor conduz a uma diminuição da taxa fotossintética e da própria superfície fotossintetizante, em resultado da senescência prematura e queda precoce das folhas da base dos lançamentos. O processo de acumulação de fotoassimilados é assim afectado, originando, tal como na situação de excesso de água, atrasos na maturação ou maturações incompletas (Hardie e Considine, 1976; Doorenbos *et al.*, 1986; Lopes, 1994; Handley, 2001; Wample, 2001b). Por sua vez, os cachos poderão ficar demasiado expostos à radiação solar, resultando um microclima menos favorável para a sua correcta maturação, com o aparecimento de escaldões ou um emurchecimento dos bagos e consequente excessiva concentração de compostos solúveis, o que poderá resultar em mostos desequilibrados, com alto teor em açúcares mas deficientes em acidez e possíveis problemas na condução da fermentação (Smart, 1974; Doorenbos, 1986; Vicente-Paulo *et al.*, 2001). Ou seja, embora os mecanismos sejam diferentes, o impacto da abundância ou carência hídrica excessivas na qualidade poderá ser igualmente negativo. O ideal seria manter as videiras sujeitas a um défice hídrico moderado de modo a reduzir o crescimento vegetativo e permitir a acumulação de compostos orgânicos nobres no bago, salvaguardando a qualidade do vinho (Winkler *et al.*, 1974; Hepner *et al.*, 1985; Oliveira, 2001; Souza *et al.*, 2005a; Santos *et al.*, 2007).

É vulgar a consideração, geralmente empírica, de que se a uma maior disponibilidade hídrica corresponde uma maior produção, então a qualidade será menor. Embora tal associação quantidade/qualidade seja frequente, esta ideia carece de exactidão. Uma maior disponibilidade de água durante o período desejável de crescimento dos lançamentos (do abrolhamento ao pintor, com a excepção de cerca de duas semanas em torno da floração) poderá permitir o desenvolvimento de uma estrutura fotossintética mais robusta, mantendo ou mesmo aumentando a razão área foliar/produção, o que poderá compensar qualitativamente os aumentos na quantidade produzida (MattheWs *et al.*, 1987; Iacono *et al.*, 1994; Lopes, 1994; Garcia-Escudero,

2007; Intrigliolo e Castel, 2009).

Continuando na óptica da relação quantidade/qualidade, o tamanho dos bagos, tal como muitos consideram ser o parâmetro de produção mais importante para as variações do rendimento total com o estado hídrico da videira (Creasy e Lombard, 1993; Garcia-Escudero *et al.*, 1994; Baeza *et al.*, 2007; Reynolds, *et al.*, 2007; Intrigliolo e Castel, 2009), é igualmente apontado como um dos principais responsáveis pelas diferenças qualitativas resultantes. Geralmente considera-se que o maior tamanho dos bagos, em resultado de uma maior disponibilidade hídrica, poderá levar a uma diluição dos seus constituintes e a uma diminuição da razão película/polpa, afectando o conteúdo em componentes tão importantes para a qualidade como os açúcares, aromas e compostos fenólicos (Hepner *et al.*, 1985; Doorenbos, 1986; Reynolds e Naylor, 1994; Gaudillère *et al.*, 2002; Deloire *et al.*, 2005). No entanto, diversos autores consideram que o cerne da questão não está no tamanho do bago isoladamente, mas sim no factor que provoca a sua variação (MattheWs e Anderson, 1988; MattheWs e Anderson, 1989; MattheWs *et al.*, 1990; Greenspan *et al.*, 1994; Roby e MattheWs, 2004; MattheWs e Kriedemann, 2006). Se é verdade que bagos mais pequenos derivados de um défice hídrico moderado poderão de facto apresentar uma maior concentração de compostos solúveis e uma maior qualidade, o mesmo poderá não ocorrer se a diminuição de tamanho resultar de variações no desenvolvimento reprodutivo dos bagos (MattheWs e Kriedemann, 2006). Roby e MattheWs (2004) e MattheWs e Kriedemann (2006) referem que, na verdade, a razão massa de película/ massa de polpa não é afectada de uma forma consistente pelo tamanho dos bagos, sendo que o seu aumento em bagos de videiras sujeitas a uma carência hídrica moderada resulta sobretudo de um aumento da espessura da película (independentemente do tamanho), devido possivelmente a uma menor sensibilidade do crescimento das células da película ao défice hídrico relativamente às células do mesocarpo, cujo crescimento é mais afectado. É assim de esperar que os bagos de videiras sujeitas a uma carência hídrica moderada apresentem uma maior quantidade dos compostos que estão presentes na película (tais como taninos e antocianas), estando estes geralmente associados a um melhor potencial qualitativo (Roby e MattheWs, 2004; MattheWs e Kriedemann, 2006).

Os mesmos investigadores verificaram também que a massa total de grainhas aumenta com o tamanho dos bagos, devido a um aumento da massa por grainha e do número de grainhas por bago. Embora a massa de cada grainha não apresente diferenças consistentes em função da disponibilidade hídrica, as videiras com menos água disponível exibiam um maior número de grainhas por bago, aumentando assim a massa total das grainhas em relação a bagos de igual tamanho de videiras com uma

maior disponibilidade hídrica. Uma maior massa total das grainhas significará uma maior quantidade dos seus constituintes por bago, nomeadamente de taninos (Roby e MattheWs, 2004; MattheWs e Kriedemann, 2006).

11.MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo apresentam-se os materiais e métodos utilizados nas medições efectuadas neste trabalho.

11.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho experimental realizou-se durante o ciclo vegetativo do ano 2015, na Região Demarcada do Douro Superior, na Quinta da Cabreira, em Vila Nova de Foz Coa, numa parcela de estudo, com a casta Touriga Franca (*Vitis Vinifera* L.).

Na sequência dos investimentos efectuados e de acordo com o plano de crescimento previsto, foi adquirida pela família Roquette a Quinta da Cabreira, que está situada no Douro Superior. Tem 140 hectares, dos quais 114 são ocupados por vinhas.

Na Quinta da Cabreira foram implementadas novas vinhas, recorrendo sobretudo às castas mais tradicionais do Douro – Touriga Nacional, Tinta Roriz e Touriga Franca.

Para além da casta Touriga Franca na Quinta da Cabreira estão plantadas outras, nomeadamente as seguintes variedades Touriga Nacional, Tinta Roriz; Tinta Baroca; Tinta Amarela; Tinta Francisca; Sousão, Alicante Bouschet e Syrah sendo variedades Tintas. De variedades brancas tem uma plantação das seguintes: Rabigato, Viosinho e Verdelho.

A produção da Quinta da Cabreira destina-se a complementar a produção da Quinta do Crasto, permitindo assim otimizar o nível de utilização das adegas de vinificação que a empresa possui.

11.2 CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Foram feitos estudos hídricos, implementadas modalidades de rega e estudado o seu impacto na fisiologia, produção e qualidade das uvas na casta Touriga Franca.

De seguida apresenta-se uma breve caracterização das parcelas, do delineamento experimental e material vegetativo.

11.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PARCELA

Os ensaios experimentais foram realizados na Quinta da Cabreira (latitude - 41° 03'21.9"N e longitude - 7° 03' 54.9" W) localizada em Foz Coa pertencente à Região Demarcada do Douro, sub-região Douro-Superior (figura 7).

O ensaio foi realizado no ano 2015, numa parcela de vinha da casta Touriga Franca e instalada no ano 2007.

Esta variedade foi plantada com recurso a enxertos-prontos, sendo o porta-enxerto o 110Richter (110 R). Esta casta está em patamares com 2 linhas de plantação (linha interior e linha exterior), onde o compasso de plantação é de 2,20 metros de entrelinha por 1,0 metros na linha (2,20 x 1,00). O declive inicial da encosta é da ordem dos 40%, sendo exposta a Sul e as linhas têm uma orientação Noroeste - Sudeste.



Figura 7- Fotografia aérea da Quinta da Cabreira (fonte: Google maps)

11.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental consistiu no estabelecimento de quatro modalidades de rega, cada uma presente num sistema de três blocos casualizados, de forma aleatória. Cada bloco ou patamar continha duas linhas de videiras (uma exterior e outra interior) e um espaçamento de cinco videiras (distancia entre dois postes) entre modalidades. Assim, evitou-se zonas de declives mais acentuados, de modo a salvaguardar eventuais interferências nos resultados, nesse sentido, o bloco 1 tinha um patamar de espaçamento entre os patamares em análise.

Nota-se que, entre todos os blocos existia um patamar de espaçamento respectivamente.

A figura 8 ilustra o delineamento experimental, disposto como se fosse uma fotografia aérea da casta Touriga Franca.

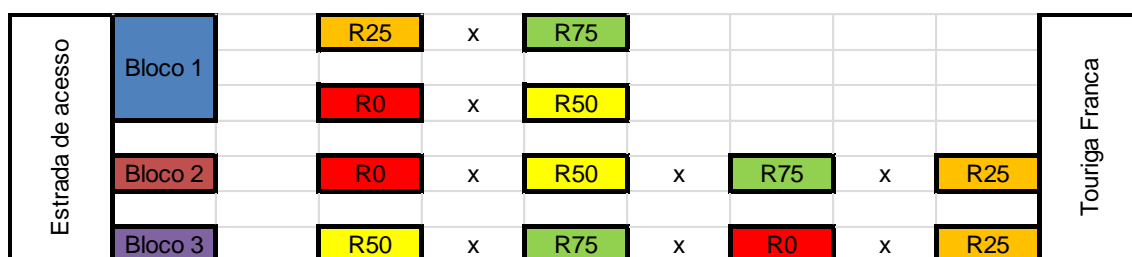


Figura 8 – Esquema do delineamento experimental com quatro modalidades de rega (R0 a R75), três blocos casualizados, e em que o X corresponde a um espaçamento de 5 videiras (distancia entre dois postes) entre as diferentes modalidades.

As modalidades de rega aplicadas foram as seguintes: R0: Modalidade testemunha (não regada), R25: Modalidade de rega a 25% da ETP, R50: Modalidade de rega a 50% da ETP e R75: Modalidade de rega a 75% da ETP.

Durante o ensaio ocorreram cinco momentos de rega, todos após o vingamento e antes da vindima. Os momentos de rega na Quinta da cabreira foram: 1ª Rega de 6 horas e 21 min a 25 para 26 de Junho, 2ª Rega de 10 horas e 19 min a 9 para 10 de Julho; 3ª Rega de 9 horas e 55 min a 23 para 24 de Julho; 4ª Rega de 9 horas e 22 min a 6 para 7 de Agosto; 5ª Rega de 9 horas e 22 min a 20 para 21 de Agosto respectivamente.

11.2.3 CARATERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICAS DA REGIÃO

Nesta região do Douro Superior observam-se características climáticas tipicamente mediterrânicas, e de características semiáridas, onde a sobrematuração das uvas se observa com frequência.

A precipitação média anual é de cerca 400 mm por ano

O clima, tipicamente mediterrânico, quente e seco no verão, é propício quer à produção de bons vinhos do Porto, quer de vinhos tranquilos sobretudo tintos de alta qualidade (Magalhães, 2008).

11.2.4 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

11.2.4.1 CASTA TOURIGA FRANCA

Origem e Distribuição: A Touriga Franca é uma das castas mais plantadas na zona do Douro e Trás-os-Montes. É considerada umas das melhores castas para a produção de vinho do Porto e do Douro, mas o seu cultivo já foi alargado para as regiões da Bairrada, Ribatejo, Setúbal ou Estremadura (IVV,2015).

Notas Ampelográficas: As folhas adultas (figura 9) são médias, pentagonais e com três a cinco lóbulos sendo a sua página superior verde forte, de perfil irregular e de médio empolamento sendo o limbo ligeiramente enrugado com ondulação generalizada possuindo dentes curtos e convexos. Tem seios peciolar fechados a ligeiramente sobrepostos com a base em V e seios laterais superiores abertos a fechados e em V. As suas nervuras não têm pigmentação antociânica e a página inferior com média pilosidade aplicada entre as nervuras, fraca sobre as mesmas, sendo a pilosidade erecta média entre as nervuras e média a forte sobre estas.

O seu pecíolo é mais curto que a nervura principal mediana, com fraca pilosidade aplicada e média erecta (IVV,2015).

Os ramos jovens têm ápice vegetativo aberto, com pigmentação antociânica generalizada, de média intensidade e fraca densidade de pêlos aplicados e a folha jovem é acobreada e com média a forte pigmentação antociânica sendo a página inferior da quarta folha expandida com média pilosidade aplicada entre as nervuras, fraca sobre as mesmas, não se notando pilosidade erecta (IVV,2015).

A flor é hermafrodita, e a primeira inflorescência é inserida no 4.º a 5.º nó, com uma a duas inflorescências por ramo e de médio comprimento.

O vigor é médio, e o pâmpano tem estrias vermelhas na face dorsal dos nós e entrenós e verdes na face ventral dos mesmos, têm gomos com fraca pigmentação antociânica (IVV,2015).

As gavinhas são curtas e com distribuição regular descontínua (Figura 10)

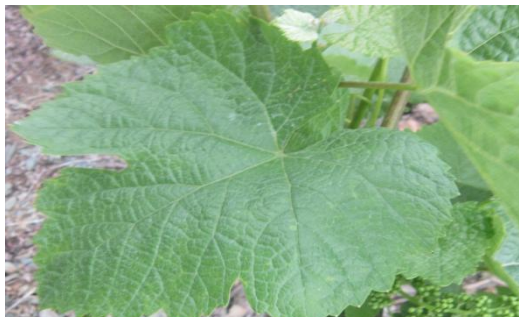


Figura 9. Folha da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015.



Figura 10. Conjunto de gavinhas da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015.

Os Bagos são médios, uniformes, de forma achatada e arredondada e de secção transversal irregular, com epiderme negra-azul, de cor uniforme e com média intensidade de pruína. A película é média a espessa e hilo pouco aparente e a sua polpa não corada, rija, pouco succulenta e de sabor indefinido.

Pedicelo curto e de difícil separação e as grainhas têm forte dureza do tegumento.

É caracterizada por ter cachos médios ou grandes, compactos com pedúnculo curto, de forte lenhificação e com bagos médios e arredondados (Figura 11) (IVV,2015).



Figura 11. Cachos da casta Touriga Franca, Quinta da Cabreira Agosto de 2015.

Dados vitícolas: Porte erecto, com vigor médio, sendo uma casta fácil de conduzir em verde. A folha e o cacho são bastante resistentes ao calor

É uma casta sensível ao stress hídrico, e ciclo médio, mas exigindo solos pouco férteis e elevada insolação e temperatura para atingir o teor em açúcares desejável.

É de evitar, por isso altitudes elevadas e exposições ao quadrante Norte (Magalhães, 2008).

Pragas e Doenças: Tem grande sensibilidade à traça da uva, a qual origina posterior instalação da podridão acética e é pouco sensível à cigarrinha verde (Magalhães, 2008).

Produtividade: Têm uma produtividade alta e regular (Magalhães, 2008).

Dados enológicos: Sob o ponto de vista enológico, origina vinhos geralmente de lote, mais raramente monovarietais, de grande intensidade corante e alguma complexidade aromática (Magalhães, 2008).

Os vinhos produzidos por esta casta têm uma cor intensa e são bastante frutados.

No vinho do Porto, a Touriga Franca integra os lotes com a Tinta Roriz e a Touriga Nacional (IVV,2015).

11.2.4.2 PORTA ENXERTO 110 RICHTER (110 R)

De seguida apresenta-se a descrição do porta enxerto 110 R segundo (Magalhães, 2008) e (IVV, 2015).

Origem e Distribuição: É um porta enxerto de grande difusão por todo o país, sendo particularmente bem adaptado a regiões quentes e secas, a solos pedregosos e de baixa fertilidade. Tem sido registada, em resultado de ensaios diversos, a sua tendência para induzir a produtividade elevada às castas em que é enxertado, sem que tal se reflecta geralmente numa diminuição qualitativa dos mostos.

Já em solos de boa fertilidade (regiões dos Vinhos Verdes, Bairrada, Lafões e Campo do Ribatejo) deve ser utilizado com mais prudência, já que em determinadas circunstâncias pode conduzir a atrasos de maturação, sendo então substituído por híbridos de Berlandieri x Rupestris ou Riparia x Rupestris. (Magalhães, 2008)

Notas Ampelográficas: A extremidade dos ramos jovens são semiabertas, com fraca densidade de pêlos prostrados, tem uma pigmentação antocianica média e generalizada.

As folhas jovens têm uma cor verde com reflexos bronzeados sendo a página inferior da quarta folha expandida glabra, e as seis primeiras folhas com pigmentação antociânica de média intensidade.

As folhas adultas são reniformes, pequenas e inteiras, com um verde escuro brilhante nas nervuras principais e uma pigmentação antociânica média. O limbo em goteira com médio empolamento. Dentes curtos, largos e convexos. O seio peciolar é aberto em U e a página inferior glabra.

O pecíolo tem fraca densidade de pêlos prostrados e erectos. Circular, costado estriado e castanho escuro.

Os pâmpanos têm entrenós e nós vermelhos com fraca densidade de pêlos prostrados e os gomos têm pigmentação antociânica média

As gavinhas são curtas e de distribuição regular descontínua.

A flor é masculina. (IVV,2015).

A tabela 3 mostra, de modo sintético, as principais características e aptidões culturais deste porta enxerto.

Tabela 3 – Características e aptidões culturais do porta enxerto.110 Richter (110 R). Fonte: IVV, 2015.

Características	110 RICHTER (110 R)
Vigor	Muito vigoroso
Resposta ao enraizamento	Fraca
Resposta à enxertia	Bom
Resistência ao calcário	17% de calcário activo
Resistência à secura	Bom
Resposta à humidade	Sensível
Resistência a nematodes do género <i>Meloidogynae</i>	Insuficiente
Resistência à acidez	Não tolerante
Acção sobre o ciclo vegetativo	Favorece a frutificação das castas enxertadas, no entanto em solos muito férteis pode atrasar a maturação das uvas.

11.2.4.3 SISTEMA DE CONDUÇÃO E OPERAÇÕES CULTURAIS

O sistema de condução adoptado na casta estudada foi um monoplano vertical ascendente, podado em cordão unilateral Royat. Cada videira tinha aproximadamente uma altura do tronco formado junto do arame de condução, o qual se situava entre 0,6-0,7 acima do nível do solo. A poda era efectuada segundo talões com 2 a 3 olhos, sendo a respectiva vegetação conduzida verticalmente e amparada em arames duplos, sendo fixos em postes de madeira de forma a facilitar a orientação e fixação dos pânpanos.

Cada videira tinha um único braço (cordão), portador de 4 – 5 talões os quais se inserem todos no respectivo cordão. (Figura 12)



Figura 12 – Sistema de condução de uma videira de Touriga Franca, Quinta da Cabreira, Maio de 2015

Foram efectuadas as seguintes operações culturais nas parcelas em estudo:

- Pré-poda e poda;
- Trituração da lenha de poda;
- Aplicação de herbicida de contacto e residual na linha e nos taludes;
- Dois tratamentos fitossanitários de combate à escoriose apenas na casta de Touriga Nacional, visto que a Touriga Franca não é sensível a esta doença;
- Operações de despampa;
- Realização de duas passagens para fazer a orientação da vegetação;
- Realização de cinco tratamentos fitossanitários (3 tratamentos anti- Míldio e anti- Oídio mais dois tratamentos apenas anti- Oídio);
- Duas passagens com a capinadeira para fazer o controlo das infestantes na entre linha;
- Duas passagens com a despontadora mecânica (1ª passagem com despontadora A2L e a 2ª passagem com a despontadora em U invertido);
- Por fim procedeu-se a operações de colheita.

11.2.4.4 SOLO E REGA

A origem geológica da grande maioria dos solos na zona da Quinta da Cabreira pertencente à Região Demarcada do Douro Superior pertencendo ao grupo de solos que assenta num complexo Xisto-Grauvaquico Pré-Ordovício, embora surjam também algumas formações de xisto recentes, do Ordovício e Silúrico, e ainda do Miocénico e do Paleocénico, indiferenciados (Magalhães, 2008).

Os teores de matéria orgânica e em fosforo assimilável são sempre baixos, podendo o potássio apresentar valores médios ou mesmo altos (Magalhães, 2008).

Com exclusão do Douro-Superior, onde o pH ronda frequentemente a neutralidade, a generalidade dos solos revelam-se de pouco ácidos a ácidos, pelo que a correcção calcária à instalação da vinha é, neste caso, sempre indispensável (Magalhães, 2008). Em relação à rega, toda a área da Quinta da Cabreira é regada sendo programada de acordo com a data, dotações e frequência de rega. Estão instalados tubos de rega de 16 mm e de 20 mm consoante o comprimento das linhas (normalmente para linhas superiores a 120 m opta-se por tubos com 20 mm)

No interior desses tubos (microperfurados) vêm incorporados gotejadores, com a distância entre eles a ter que ser igual à distância entre videiras na linha (para termos 1 gotejador por videira) e com um débito de 2L/min.

Como existem muitas variantes que podem fazer as dotações de rega de parcela para parcela (casta, altitude, exposição, idade da vinha e objectivo final), a Quinta da Cabreira faz em termos médios uma rega semanal de 8 horas consecutivas, ou seja, 16 L/planta/semana, correspondente à média de horas em que os momentos de rega deste ensaio foram realizados (anteriormente descritos).

11.3 METODOLOGIAS UTILIZADAS

11.3.1 ESTADOS FENOLÓGICOS

A observação e registo dos estados fenológicos ao longo do ciclo vegetativo é uma informação relevante, visto permitir o estabelecimento de uma escala de tempo biológico (Carbonneau, 1981).

A data de início dos trabalhos de investigação na Quinta da cabreira iniciou-se em 29/04/2015, verificando-se que a Touriga Franca apresentava já o estado fenológico H – Botões florais separados e a transição para estágio fenológico I – Floração.

Em anexo estão algumas fotografias tiradas durante a observação dos restantes estados fenológicos da casta Touriga Franca (Anexo 6), e que estão de acordo com a escala de M. Baggiolini (anexo 5).

11.3.2 CARGA A PODA, ABROLHAMENTO E FERTILIDADE

A carga à poda foi registada no dia 29 de Abril na casta Touriga Franca, sendo registado o número de olhos por videira, de forma a obter a informação do número médio de olhos por videira deixados à poda. Foram contados também nesta casta, por cada videira o número de pânpanos e cachos.

A recolha de dados foi feita em 20 videiras por cada modalidade de rega (10 no exterior e 10 no interior). Como existem 4 modalidades e 3 patamares ou blocos casualizados, contamos 80 videiras por modalidade, num total de 240 videiras.

Assim os índices de fertilidade potencial (IFP) e prático (IF prático) e a % de Abrolhamento foram calculados respectivamente através das equações 3, 5 e 6:

$$\text{Índice de fertilidade potencial (IFP)} = \frac{N^{\circ} \text{ de inflorescências}}{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}} \quad (\text{Eq.3})$$

$$\text{Índice de fertilidade prático (IFP)} = \frac{N^{\circ} \text{ de cachos}}{N^{\circ} \text{ total de olhos à poda (carga)}} \quad (\text{Eq.4})$$

ou

$$\text{Índice de fertilidade prático (IFP)} = \text{IF Potencial} \times \% \text{ Abrolhamento} \quad (\text{Eq.5})$$

$$\% \text{ Abrolhamento} = \frac{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}{N^{\circ} \text{ de olhos deixados à poda}} \times 100\% \quad (\text{Eq.6})$$

11.3.3 ÁREA FOLIAR

O cálculo da área foliar fornece um índice muito útil para avaliar os efeitos das técnicas culturais, particularmente no que se refere às técnicas de gestão da folhagem e às potencialidades do sistema de condução (Murisier, 1996), estimar o vigor (Champagnol, 1984), caracterizar a densidade da sebe e o microclima luminoso (Lopes, 1994), entre outras possibilidades.

A área foliar foi estimada segundo a metodologia definida por Lopes e Pinto (2005).

A recolha de dados foi feita em 2 videiras por cada modalidade de rega (1 no exterior e 1 no interior). Como temos 4 modalidades de rega e 3 patamares ou blocos casualizados, contamos 8 videiras por patamar ou blocos casualizados, num total de 24 videiras.

Durante este estudo foram feitas 3 medições de área foliar. Para a casta Touriga Franca a primeira medição foi feita dia 19/05/2015 próximo da floração. No dia 23/07/2015, após o pintor, repetiu-se todo o procedimento, bem como no dia 10/09/2015 antes da vindima.

No total foram efectuados 72 registos.

Em cada videira escolheu-se um sarmento médio, frutífero, representativo em termos de vigor, e onde se efectuaram os seguintes registos:

- Número de folhas principais (NFP);
- Comprimento das nervuras laterais, esquerda e direita da folha maior (L2E e L2D) e da folha menor (L2e e L2d) das folhas principais (**Fig. 13**);
- Numero das folhas das netas (NFN);
- Comprimento das nervuras laterais, esquerda e direita da folha maior (L2E e L2D) e da folha menor (L2e e L2d) das netas (**Fig. 13**).



Figura 13 – Exemplo das nervuras secundária esquerda (L2e) e direita (L2d) e nervura principal (L1)

As equações de determinação são as propostas por Lopes e Pinto (2005).

O modelo utilizado estima a área foliar total a partir da área foliar principal e da área foliar secundária, segundo os mesmos autores.

Para a determinação da área foliar de uma folha (AF_{folha}) utilizou-se uma equação que relaciona a área da folha com a soma dos comprimentos das suas nervuras secundárias (L2).

A estimativa da área foliar unitária foi feita com base na seguinte **equação 7** (Lopes e Pinto 2005):

$$AF_{\text{folha}} (\text{cm}^2) = 0.2365 \times L2^{2.2162} \text{ (Eq. 7)}$$

A estimativa da área foliar principal por sarmento, foi calculada com base na relação entre o número de folhas do sarmento (NF) e a média entre a área foliar da folha principal de maior dimensão (AF_{maior}) e a área foliar da folha principal de menor dimensão (AF_{menor}) através da seguinte **Equação 8** (Lopes e Pinto, 2005):

$$AF_{\text{princ.}} = \text{Exp} [0,0835 + 0,992 \times \text{Ln} (((AF_{\text{maior}} + AF_{\text{menor}}) / 2) \times NF)] \text{ (Eq. 8)}$$

A área foliar secundária por sarmento também foi também estimada segundo esta metodologia, relacionando o número de folhas netas do sarmento em questão (NF), a média da área foliar da neta maior (AF_{max}) e a área foliar da neta menor (AF_{med}), relação esquematizada pela seguinte **Equação 9** (Lopes e Pinto, 2005):

$$AF_{\text{sec}} = \text{Exp} [0,346 + 1,029 \times \text{Ln} (AF_{\text{med}} \cdot NF) - 0,125 \times \text{Ln}(AF_{\text{max}})] \text{ (Eq. 9)}$$

A área foliar total do sarmento obtém-se somando os valores da área foliar principal com os das netas. Através da multiplicação do valor médio da área foliar por sarmento pelo número médio de sarmentos de uma videira, obteve-se a área foliar total por videira. A percentagem de área foliar das netas é calculada através da divisão entre a área foliar secundária e a área foliar total.

11.3.4 POROSIDADE DA SEBE E NUMERO DE CAMADAS DE FOLHAS

A determinação do número de camadas de folhas (NCF) foi realizada dia 22 de Julho de 2015. Tem como finalidade avaliar a densidade/porosidade do coberto. Foi utilizado o método conhecido por “Point Quadrat”, proposto por Smart e Robinson (1991).

Este método consiste na inserção horizontal de uma vareta metálica em vários pontos equidistantes, ao nível dos cachos e ao nível vegetativo, como se representa na figura 14. Para tal, procedeu-se à colocação da barra transversalmente na sebe à linha das videiras e contabilizou-se o número de contactos com as folhas (F), cachos (C) e espaços vazios (buracos - 0).

O ensaio fez-se em 4 videiras por cada modalidade (inclui 2 videiras exteriores mais 2 videiras interiores), num total de 16 videiras por blocos ou patamares. Posto isto, sendo 3 blocos ou patamares foram realizados ensaios em 48 videiras no total, tendo-se realizado no total 96 inserções.

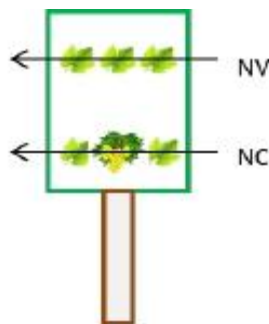


Figura 14: Representação esquemática do processo usado para avaliar o número de camadas de folhas de uma sebe, percentagem de buracos, percentagem de folhas interiores e exposição dos cachos. A seta representa a vara metálica que atravessa o coberto para registro sequencial das interceptações com folhas e cachos. NC: nível cachos; NV: nível vegetativo.

Com estes registos foram calculados os seguintes valores pelas seguintes equações:

$$\text{Número de camadas de folhas} = \text{NCF} = \frac{\text{Número total de folhas tocadas}}{\text{Número de inserções}} \quad (\text{Eq.10})$$

$$\% \text{ de folhas interiores} = (\text{PFI}) = \frac{\text{Número total de folhas interiores}}{\text{Número total de folhas interceptadas}} \times 100 \quad (\text{Eq.11})$$

$$\% \text{ de cachos interiores} = (\text{PCI}) = \frac{\text{Número total de cachos interiores}}{\text{Número total de cachos interceptadas}} \times 100 \quad (\text{Eq.12})$$

$$\text{Porosidade do coberto} = \% \text{ de buracos} = \frac{\text{Número total de buracos}}{\text{Número total de inserções}} \times 100 \quad (\text{Eq.13})$$

11.3.5 MEDIÇÕES FISIOLÓGICAS

11.3.5.1. CÁLCULO DA ET_0 E CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE REGA

O cálculo da evapotranspiração é efectuado através da seguinte equação:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

onde: ET_c - evapotranspiração da cultura; ET_0 – evapotranspiração de referência (representa as condições ambientais através da evapotranspiração de uma cultura padrão: relva); K_c – coeficiente da planta de uma determinada cultura, neste caso a vinha (Magalhães, 2008).

Tendo em consideração os meses em que ocorreram as regas (Junho, Julho, Agosto) assim como o facto de estarmos perante “vinhas adultas cultivadas em zonas com geadas ligeiras; primeiras folhas no início de Abril, vindima em fim de Agosto-início de Setembro; cobertura do solo 30-35% a meia estação” (que é a descrição que mais se relaciona com a parcela em estudo das 3 definições presentes na tabela 4) o valor de K_c devendo ser na ordem dos 0,70 (Magalhães, 2008).

Tabela 4 – Tabela FAO com K_c para a vinha (Magalhes, 2008)

Tabelas da FAO por K_c para a vinha

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Vinhas adultas cultivadas em zonas com geadas fortes; primeiras folhas no início de Maio, vindima em meados de Setembro; cobertura do solo 40-50% a meia estação.											
–	–	–	–	0,45-0,5	0,65-0,75	0,75-0,9	0,8-0,95	0,75-0,90	0,6-0,75	–	–
Vinhas adultas cultivadas em zonas com geadas ligeiras; primeiras folhas no início de Abril, vindima em fim de Agosto – início de Setembro; cobertura do solo 30-35 % a meia estação.											
–	–	–	0,45-0,5	0,55-0,65	0,6-0,75	0,6-0,75	0,6-0,75	0,6-0,75	0,5-0,65	0,35-0,4	–
Vinhas adultas cultivadas quentes e secas com Inverno ameno; primeiras folhas no fim de Fevereiro – início de Março, vindima em fim de Julho; cobertura do solo 30-35 % a meia estação.											
–	–	0,25	0,45	0,6-0,65	0,7-0,75	0,7-0,75	0,65-0,7	0,55	0,45	0,35	–

Fonte: Doorenbos and Kassan (1986)

No entanto e de acordo com o artigo (Prichard, 2003) o valor de K_c de 0,8 será mais adequado, visto os momentos de rega no respectivo estudo serem aplicados nos períodos de 9, 23 de Junho, 9, 23 Julho, 5, 10, 20 de Agosto e 3 de Setembro na casta Touriga Franca.

Fazendo-se a média na zona de preenchimento a verde da tabela 5 podemos verificar que o $K_c = 0,8$ seria o mais recomendado para os momentos em que se realizaram as respectivas regas, tendo sido esse o valor adoptado neste trabalho.

Tabela 5 – Estimativa do consumo potencial hídrico da vinha, Lodi CA

Time period	Days from Bud break	ET ₀ Inches/Period	Crop Coefficient K _c	Full Potential Water Use (in)
Apr 1–15	0-15	2.66	0.13	0.35
Apr 16–30	16-30	3.01	0.28	0.84
May 1-15	31-45	3.44	0.42	1.44
May 16-31	46-61	3.74	0.54	2.02
June 1-15	62-76	3.83	0.65	2.49
June 16-30	77-91	3.97	0.73	2.90
July 1-15	92-106	3.96	0.79	3.13
July 16-31	107-122	3.93	0.83	3.26
Aug 1-15	123-137	3.53	0.85	3.00
Aug 16-31	138-153	3.43	0.86	2.95
Sept 1-15	154-168	2.83	0.84	2.38
Sept 16-30	169-183	2.41	0.81	1.95
Oct 1-15	184-198	1.98	0.75	1.49
Oct 16-31	199-214	1.52	0.68	1.03
Nov.1-15	215-229	1.05	0.58	0.61
Total		45.29		29.84

Para o cálculo da evapotranspiração potencial, ET₀, utilizou-se a equação de Hargreaves Samani, (HS), que tem sido muito utilizada para este efeito. Escolheu-se este método, tendo em conta os dados que a estação meteorológica da Quinta da Cabreira proporcionou. Os resultados indicam uma boa correlação entre a ET₀ obtida por este método e a obtida pelo método de Penman-Monteith, (PM), que exige um conjunto maior de parâmetros, sendo eles, a temperatura, a humidade relativa, a radiação e a velocidade do vento (Shahidian *et al.*, 2001). Estes mesmos autores referem que esta metodologia permite calcular de forma expedita e sem grande investimento na aquisição e manutenção de estações meteorológicas o consumo de água pelas plantas e o ajuste da dotação aplicada às necessidades reais das plantas. Hargreaves e Samani (1985) desenvolveram uma equação simples que necessita apenas da temperatura do ar, e coeficientes dependentes da latitude do local e época do ano. Esta equação, conhecida como a equação de Hargreaves Samani pode ser expressa da seguinte forma:

$$ET_0 = 0.0135 K_T (T+17.78) (T_{max}-T_{min})^{0.5} R_a \quad (\text{Eq.15})$$

Sendo:

K_T: Coeficiente empírico (normalmente assume o valor de 0.17);

T: Temperatura média do ar;

T_{max}: Temperatura máxima do ar;

T_{min}: Temperatura mínima do ar;

R_a: Radiação extraterrestre em mm dia⁻¹ (assume o valor de 0.408 se R_a for expresso em MJm⁻² dia⁻¹).

11.3.5.2. POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR DE BASE E POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR DIÁRIO.

Para determinar o estado fisiológico da videira mediu-se o potencial hídrico foliar de base (madrugada, antes do sol nascer), assim como o potencial hídrico diário (durante o dia) sendo este medido pontualmente ao longo do dia (10 horas, 14 horas e 17 horas).

Para determinar estes dois potenciais, utilizou-se uma câmara de pressão do tipo descrito por Scholander *et al.* (1965), em que o potencial hídrico é medido em unidades de pressão (Figura 15).

É aplicada uma pressão sobre uma folha recém cortada colocada no interior da câmara, até aparecer uma gota de água na secção de pecíolo cortado. Através desta câmara, é estimada a capacidade das células em captarem água livre, na medida em que quanto menor a quantidade de água livre, maior será a pressão necessária para que esta saia através da secção do pecíolo.

A camara de Scholander é portátil e foi colocada em cada determinação de valores o mais próximo possível dos locais de ensaio, de modo a evitar alterações a nível do estado hídrico da folha recolhida.



Figura 15. Câmara de pressão para determinação do potencial hídrico de base e do potencial hídrico foliar diário.

Os resultados obtidos são expressos em bar ou MPa, de valor absoluto negativo, correspondendo à tensão de resistência da água no interior da folha face à pressão exercida ($10 \text{ bar} = 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ MPa}$)

Foram recolhidas 4 folhas por cada modalidade (inclui 2 folhas exteriores mais 2 folhas interiores), num total de 16 folhas no total das 4 modalidades. Posto isto, sendo 3 patamares com 4 modalidades cada foram realizados ensaios em 48 folhas no total.

Todas as folhas recolhidas foram retiradas do terço médio do sarmento, em bom estado fitossanitário, com boa exposição solar e imediatamente inseridas na camara de pressão, de forma a evitar a desidratação das mesmas ficando somente o pecíolo no exterior através do orifício presente na tampa da camara.

Os ensaios efectuados na Quinta da Cabreira para a determinação do potencial base ocorreram nos dias 9, 23 de Junho, 9, 23 de Julho, 5, 10, 20 de Agosto e 3 de Setembro.

As determinações do potencial hídrico ao longo do dia foram realizadas de forma semelhante ao potencial hídrico de base em termos do uso da camara de pressão de Scholander.

Colheram-se 2 folhas por cada modalidade (inclui 1 folha exterior mais 1 folha interior), num total de 8 folhas no total das 4 modalidades. Posto isto, sendo 3 patamares ou blocos com 4 modalidades cada um, foram realizados ensaios em 24 folhas no total somente em cada hora do dia estabelecida, perfazendo no total dos 3 momentos (10, 14 e 17 horas) 72 folhas registadas.

As folhas foram recolhidas durante as 10, 14, e 17 horas, nos dias 23 Julho, 5 e 10 de Agosto para a Touriga Franca.

11.3.5.3. TROCAS GASOSAS AO NÍVEL DOS ESTOMAS

A avaliação das trocas gasosas foi efectuada através de um analisador de gases por infravermelhos, geralmente designado por IRGA (Infrared Gas Analyzer). Neste ensaio foi utilizado o modelo (ADC, LCA4 Infra-Red Gas Analyser equipado com PLC – Parkison Leaf Chamber).

Este aparelho permite obter os registos de vários parâmetros, como a taxa fotossintética líquida (A), a condutância estomática ao vapor de água (g_s), a taxa de transpiração (E), a radiação fotossinteticamente activa (PAR), a concentração interna de CO_2 (C_i), a temperatura da folha (T_f) e a temperatura do ar (T_a).

Fizeram-se medições em 2 folhas por cada modalidade (inclui 1 folha na linha exterior mais 1 folha na linha interior), num total de 8 folhas no total das 4 modalidades. Posto isto, sendo 3 patamares ou blocos com 4 modalidades cada um, foram realizados ensaios em 24 folhas no total somente em cada hora do dia estabelecida, perfazendo no total dos 3 momentos (10, 14 e 17 horas) 72 folhas analisadas.

Foram efectuados registos nos dias 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto e em folhas adultas em bom estado físico, sanitário e bem expostas à radiação.

12. RESULTADOS E DISCUSSÃO

12.1 INTRODUÇÃO – EVOLUÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Segundo a ADVID (2015) o ano vitícola de 2014/2015 caracterizou-se por ser um ano atípico em termos climáticos, destacando-se a reduzida precipitação ocorrida ao longo da maior parte do ano. O período de Inverno foi caracterizado como sendo frio e seco, e quer a Primavera, quer o Verão, foram anormalmente quentes e secos.

No inverno com excepção do mês de Novembro em que se registaram valores de precipitação bastante superiores (cerca do dobro) aos da Normal Climatológica, nos restantes meses de Inverno (Dezembro a Fevereiro) estes foram inferiores em cerca de 60 a 70%. Por sua vez, os valores médios de temperatura do ar foram inferiores ao expectável para este período nas três sub-regiões (Baixo Corgo – Cambres, Cima Corgo – Pinhão, e Douro Superior – Vilariga).

Na Primavera (Março-Maio) os valores mensais de precipitação foram igualmente inferiores ao expectável (cerca de 50 a 60%), com destaque para o mês de Março, no qual praticamente não choveu (precipitação mensal inferior a 5 mm).

Relativamente à temperatura média, esta foi significativamente superior à Normal, com destaque para Abril e Maio, tendo-se registado três “ondas de calor” que agravaram a situação de seca, iniciada em Fevereiro.

No Verão (Junho-Setembro) mais propriamente de Junho e Julho os valores da temperatura média do ar foram significativamente superiores aos da Normal, tendo-se registado mais 3 ondas de calor nesse período. Durante o mês de Julho, considerado extremamente seco pelo IPMA, foram registadas temperaturas máximas superiores a 33° C, durante uma parte significativa do mês (15 dias no Baixo Corgo e 27 dias no Douro Superior). Na estação da Vilariga (Douro Superior) foram registados durante cinco dias da primeira quinzena do mês, valores de temperatura máxima superiores a 40°C. No mês de Agosto, verificou-se no entanto uma alteração desta tendência em toda a Região, com as temperaturas médias a descerem e a serem inferiores à Normal climatológica desse mês.

Quanto à precipitação ocorrida entre Junho e Agosto verificou-se uma redução face à Normal que variou entre 30% no Douro Superior e 60% no Cima Corgo.

No final de Agosto o balanço da precipitação ocorrida desde Novembro era claramente negativo, com uma redução que rondava os 40% relativamente à Normal Climatológica.

No período de Vindimas (Setembro-Outubro) no mês de Setembro a situação climática alterou-se significativamente, tendo-se registado valores de temperatura média do ar mais baixos e valores de precipitação significativamente superiores aos da Normal Climatológica, com especial destaque para o Baixo Corgo onde se registaram aumentos de 140%.

Nas restantes sub-regiões o aumento foi de cerca de 50%. Convém no entanto frisar que grande parte da precipitação ocorrida (cerca de 90%) se registou em apenas 2 dias (15 e 16 de Setembro). Da primeira quinzena do mês de Outubro destaca-se a descida significativa das temperaturas, com grandes amplitudes térmicas.

Quanto à precipitação, ocorreram dois períodos, destacando-se, pela sua maior intensidade, o ocorrido entre 4 a 6 de Outubro.

12.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima influencia os mecanismos fisiológicos da videira com reflexo na qualidade e quantidade da produção vitivinícola (Magalhães, 2008). Assim, a viticultura apresenta exigências apenas capazes de serem satisfeitas por determinados climas os quais, determinam a sua potencial localização (Tonietto, 1999; Matsoukis *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2011 e Santos *et al.*, 2012).

Os resultados apresentados de seguida foram obtidos através de dados recolhidos durante o ano vitícola da estação meteorológica da Quinta da Cabreira no site http://www.fieldclimate.com/index_new.php e através dos dados fornecidos gentilmente pela ADVID (Associação para o desenvolvimento da Viticultura Duriense).

Pela observação da temperatura média do ar nos últimos três anos vitícolas referente à estação meteorológica da Quinta da Cabreira, é possível inferir uma tendência do aumento da temperatura média do ar ao longo do ciclo vegetativo da videira até ao mês de Junho sendo que posteriormente esta vai decrescer em ambos os anos. Verifica-se por exemplo que, nos anos vitícolas de 2013, 2014, 2015 a temperatura média do ar atingiu o seu pico no mês de Junho de 2013, 2014, 2015 com os valores de 26,9 °C, 24 °C, e 26,3 °C respectivamente. Pode-se verificar através da análise do gráfico que os picos das temperaturas médias do ar neste local não variam muito, sendo 2013 o ano que atingiu maiores temperaturas médias do ar (Figura 16).

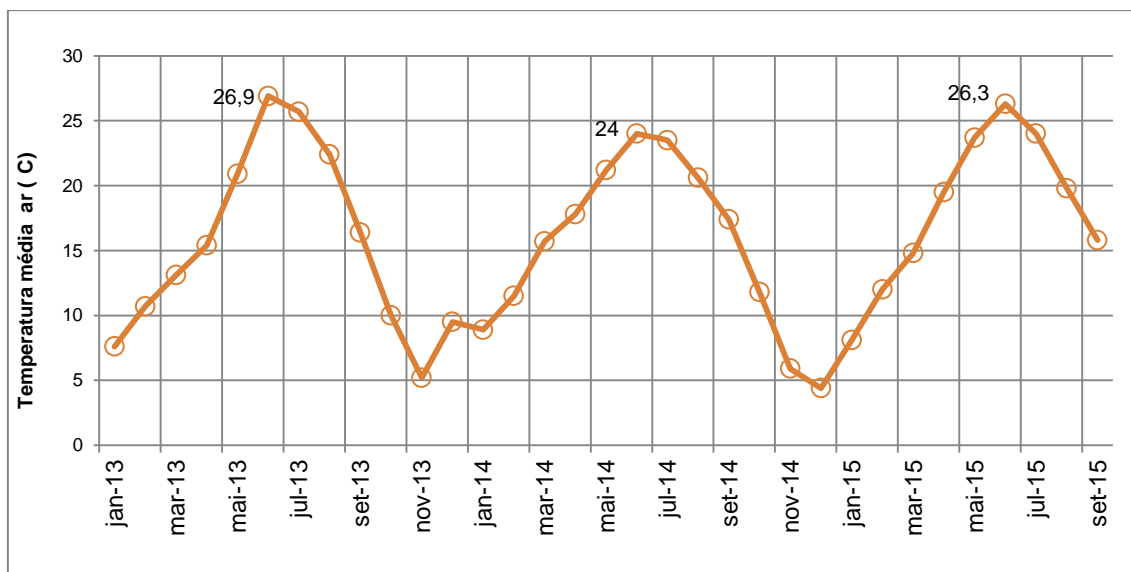


Figura 16 – Temperaturas médias do ar de 2013 a 2015, segundo o registado na Estação meteorológica da Quinta da Cabreira.

No que concerne ao perfil da precipitação, verifica-se que este se apresenta irregular, com anos a registar precipitações totais muito variáveis.

Pela observação do gráfico da precipitação total nos anos vitícolas de 2013, 2014, 2015 verifica-se que esta atingiu os seus máximos nos meses Fevereiro, Outubro e Setembro respectivamente. As precipitações acumuladas em 2013, 2014, 2015 (até Setembro), foram de 622 mm, 542 mm e 256 mm, respectivamente.

Pode-se verificar através do gráfico que destes três anos vitícolas o que teve menores valores de precipitação total foi o ano de 2015.

Verifica-se que nos meses que se procedia à recolha de dados de potenciais hídricos de base, foliar e das trocas gasosas (Junho, Julho, Agosto e Setembro) a precipitação foi bastante escassa comparada com os anos vitícolas anteriores (Figura 17).

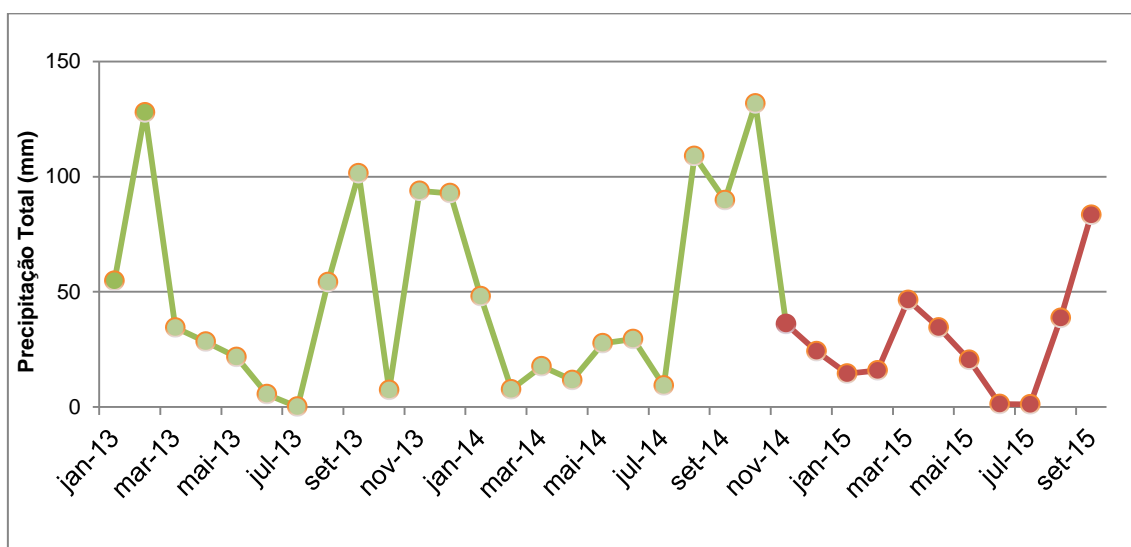


Figura 17 – Precipitação total (mm) de 2013 a 2015, segundo o registado na Estação meteorológica da Quinta da Cabreira.

No período de realização do trabalho de campo registou-se humidades relativas baixas sendo os meses de Junho e Julho do ano 2015 os que apresentaram valores 47,2 % e 49,2 % sendo valores muito baixos. No mês de Setembro houve uma ligeira recuperação (Figura 18).

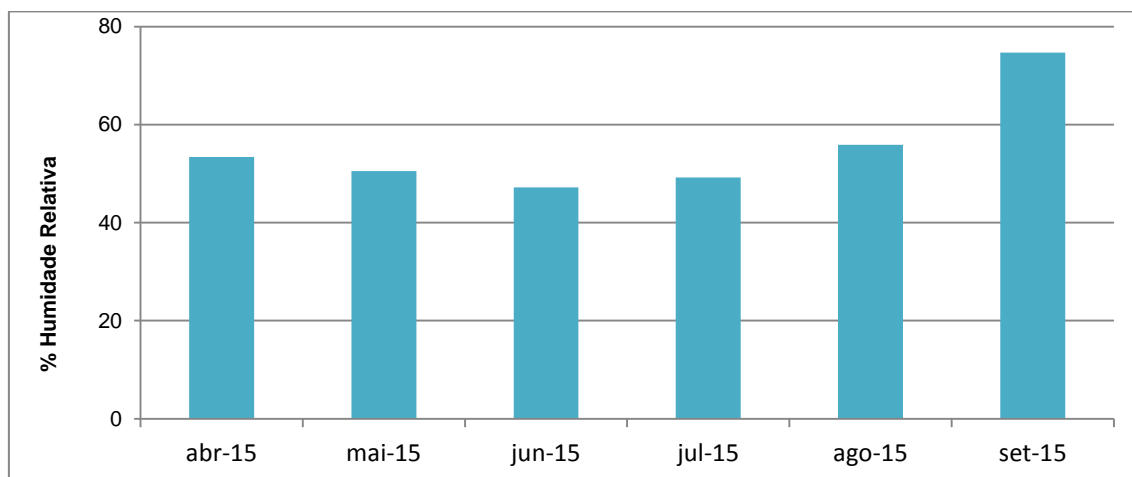


Figura 18 – Humidade relativa média, registada entre o mês de Abril e de Setembro de 2015, pela estação meteorológica da Quinta da Cabreira.

Pela observação da temperatura média do ar referente no ano vitícola 2015 referente à estação meteorológica da Quinta da Cabreira, é possível inferir uma tendência do aumento da temperatura média, e mínima do ar no ciclo vegetativo da videira desde o mês de Abril até ao mês de Junho de 2015 sendo que, estas posteriormente atingem um pico máximo de 26,3 °C, e 15,2 °C respectivamente.

No entanto posteriormente existe um decrescimento até o mês de Setembro.

Pode-se verificar através da análise do gráfico que a temperatura máxima do ar atingiu 40,6 °C no mês de Maio na Quinta da Cabreira. (Figura 19).

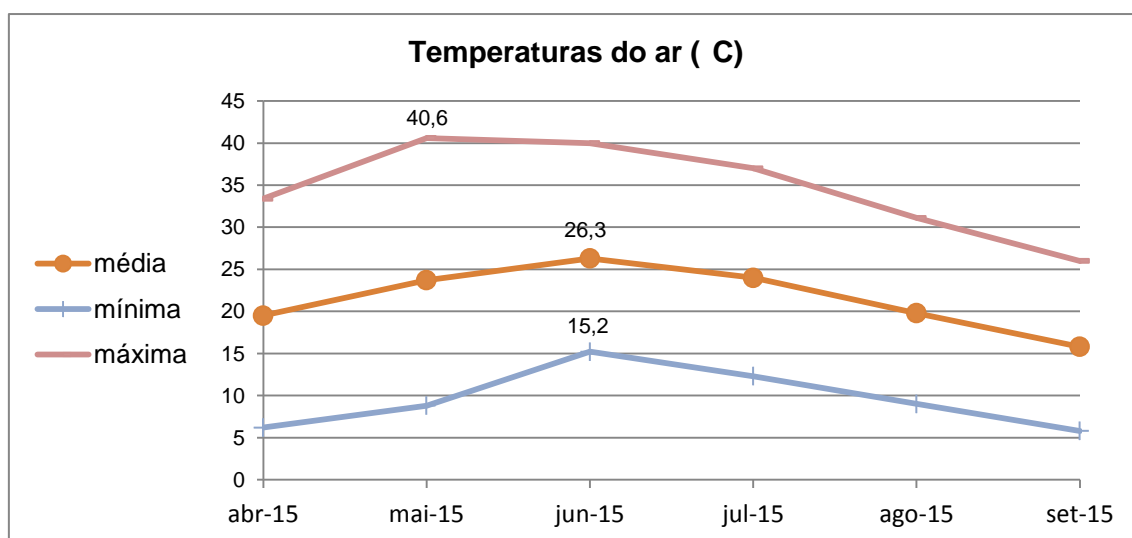


Figura 19 – Temperatura média, mínima, máxima do ar (°C), registada entre o mês de Abril e Setembro de 2015, pela estação meteorológica localizada na Quinta da Cabreira.

12.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA NOS ULTIMOS 30 ANOS NO DOURO SUPERIOR – VALE DA VILARIÇA.

De forma que a análise das condições climáticas fossem bastante completas conseguiu-se através de documentação da ADVID obter dados sobre a média das precipitações, temperaturas (média, máxima, e mínima) nos últimos trinta anos nesta região do Douro Superior-Vilariça, que dista poucos quilómetros da Quinta da Cabreira.

A análise do gráfico seguinte permite concluir que ao longo dos trinta anos a média das precipitações tem tendência para diminuir nesta região principalmente nos meses de Verão, e as temperaturas tendem a serem mais elevadas.

Verifica-se que a região do Douro Superior futuramente tende a evoluir para Invernos secos com pouca precipitação, e primaveras e verões com períodos acentuados de altas temperaturas (Figura 20).

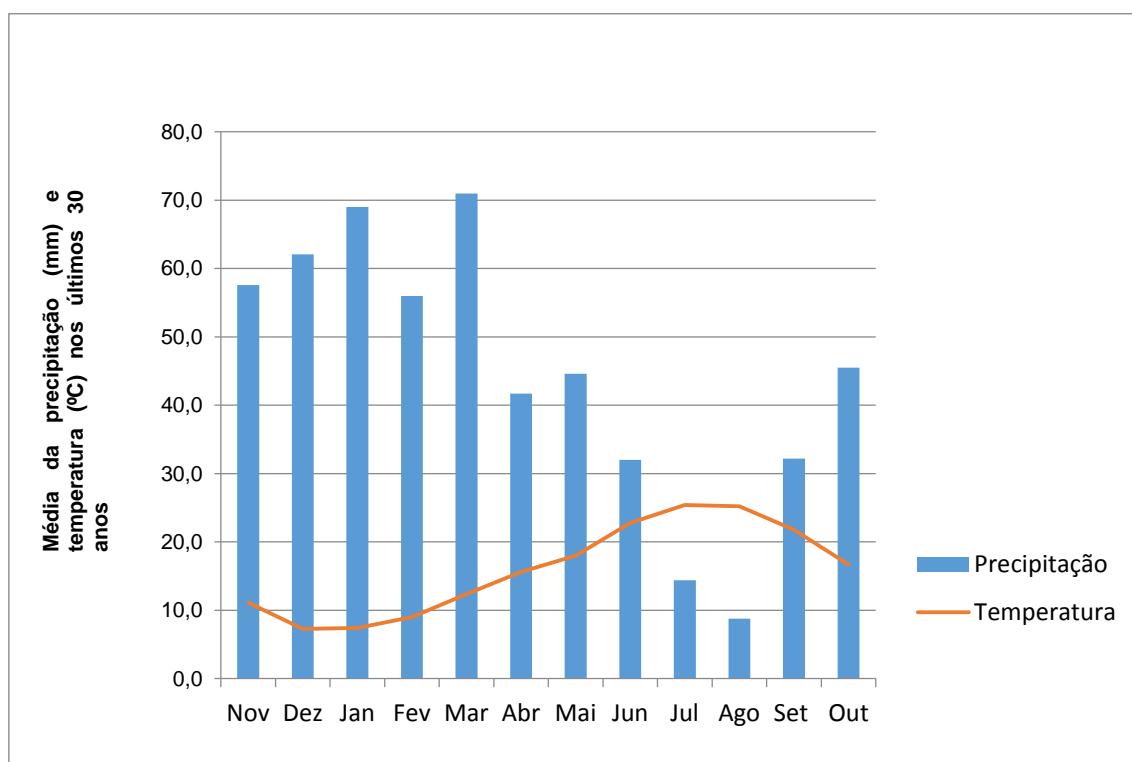


Figura 20 – Média da precipitação (mm) e temperaturas (°C) nos últimos 30 anos (Fonte: ADVID).

Relativamente ao ano de 2015 concluiu-se que, as precipitações foram bastante baixas. O ano vitícola 2015 caracterizou-se por ser um ano atípico em termos climáticos, destacando-se a reduzida precipitação ocorrida ao longo da maior parte do ano, mais evidente nos meses Março, Julho e Agosto. (Figura 21)

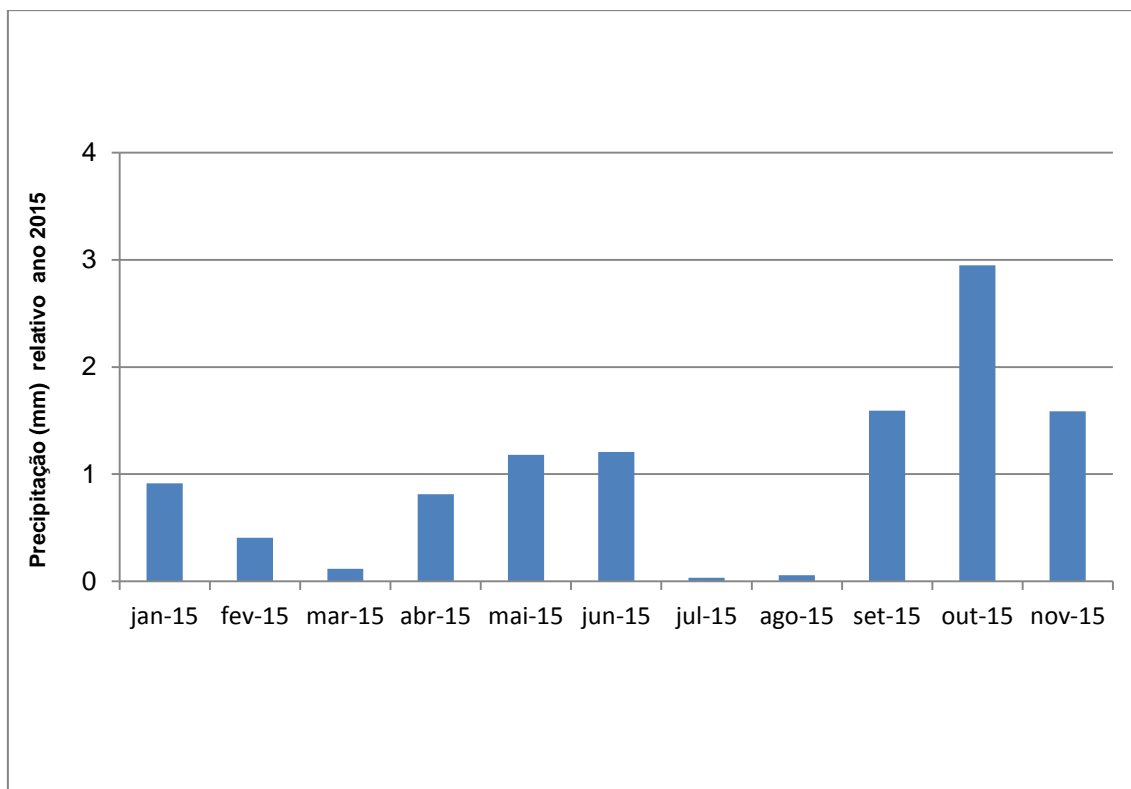


Figura 21 – Precipitação (mm) em 2015 (fonte: ADVID).

As temperaturas médias foram maiores nos meses Julho e Agosto.

O período de Inverno foi caracterizado como sendo frio e seco, e quer a Primavera, quer o Verão, foram anormalmente quentes e secos (Figura 22).

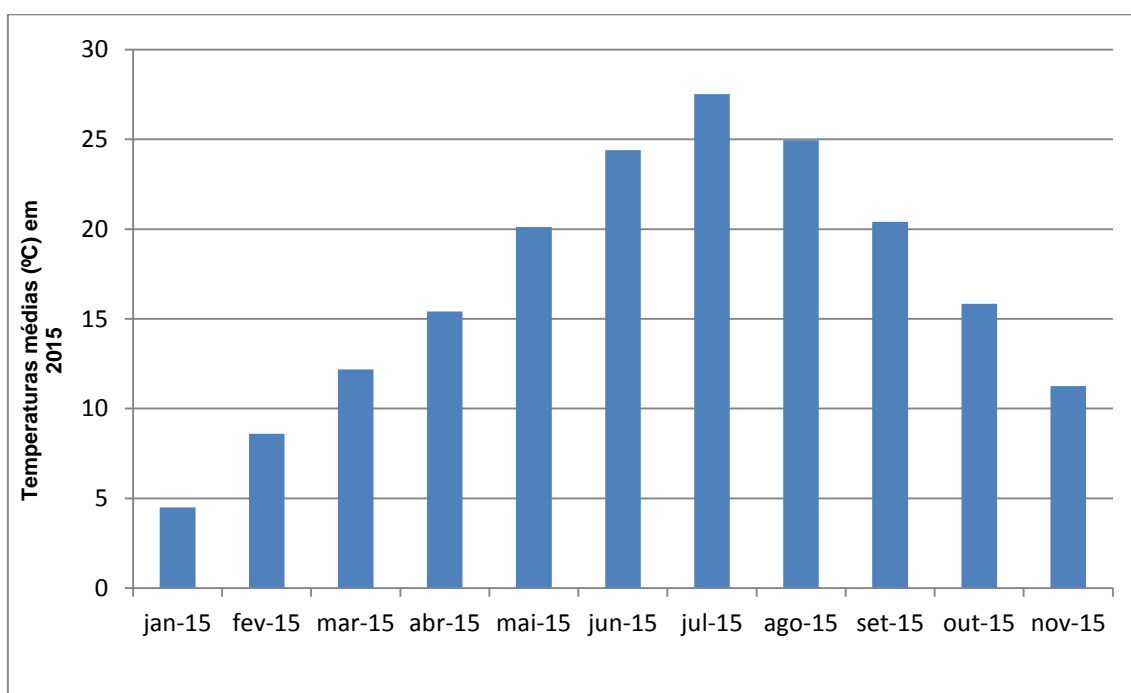


Figura 22 – Temperaturas médias (°C) relativas ao ano 2015 (fonte: ADVID).

12.4 EVOLUÇÃO DA FENOLOGIA

Os trabalhos de campo tiveram início em 29/04/2015 onde se constatou que as parcelas da casta Touriga Franca já tinham abrolhado e apresentava já o estágio fenológico H – Botões florais separados e a transição para estágio fenológico I – Floração.

As observações efectuadas na rede de parcelas de referência, localizadas nos Associados da ADVID em que a Quinta da Cabreira se inclui, indicam que o abrolhamento ocorreu, em média, durante a segunda semana do mês de Março. As condições climáticas registadas durante a Primavera terão no entanto conduzido a um ligeiro avanço do ciclo, cerca de uma semana por altura da floração. Ao contrário de 2014, a floração decorreu nas três sub-regiões num período mais curto, tendo-se concentrado durante a segunda quinzena do mês de Maio (em especial entre os dias 11 e 22 desse mês), tendo o Pintor sido registado durante a primeira semana de Julho, cerca de uma semana mais cedo do que em 2014. A evolução climática durante o mês de Julho e Agosto (precipitação muito reduzida e temperaturas médias acima da Normal) conduziu a uma antecipação da maturação, mas apenas em vinhas localizadas em cotas mais altas (especialmente em castas brancas) ou em vinhas mais protegidas do stress hídrico. Nos restantes casos, incluindo o deste ensaio, o adiantamento do ciclo acabou por se esbater ao longo dos meses de Setembro e Outubro.

12.5 POTENCIAL DE PRODUÇÃO

Segundo Castro *et al.* (2006) a carga à poda é um dos factores fundamentais que influencia o número e o crescimento dos sarmentos, a área foliar, o microclima do coberto e o número de cachos e seu respectivo peso. Lopes (1994) defende que a carga óptima é o nível de carga que proporciona o melhor equilíbrio entre o vigor, a produção e a maturação, bem como a manutenção desse potencial ao longo da vida da planta.

Neste sub-capítulo caracterizar-se-á a taxa de abrolhamento, índice de fertilidade potencial e prático e a sua relação com a carga.

Relativamente à carga à poda em relação à média do número de olhos por videira verifica-se que, nas quatro modalidades (R0, R25, R50, e R75) tanto ao nível dos bardos exteriores como interiores apresentam valores bastante próximos de médias do número de olhos por videira.

A modalidade R0 em ambos os bardos é aquela que apresenta menor número de olhos por videira, e que o R75 no bardo interior é aquele que apresenta maior média de número de olhos por videira (Tabela 6).

Os valores como foram referidos são bastante próximos em ambas as modalidades o que indicam que a poda ou a carga deixada em cada videira é aproximadamente a mesma (2 olhos em cada 4 a 5 talões), (Anexo 7)

Tabela 6 – Valores médios da carga nas respectivas modalidades de rega e bardos.

Média da Carga					
Modalidades	R0	R25	R50	R75	Total Geral
Bardo Exterior	8,57	9,27	9,30	9,10	9,06
Bardo Interior	8,90	9,20	8,93	9,53	9,14
Total Geral	8,73	9,23	9,12	9,32	9,10

Relativamente ao número de pâmpanos por videira em relação às quatro modalidades (R0, R25, R50, e R75) tanto ao nível dos bardos exteriores como interiores apresentam valores proximos das médias.

Os bardos exteriores menos na modalidade R75 são os que apresentam maior número de pampanos por videira, isto porque estão mais expostos a solarização, o que promove o maior crescimento e número de pampanos abrolhados em cada olho.

No entanto a modalidade R0 no bardo interior é aquela que apresenta menores número de pampanos por videira, o R50 no bardo exterior é aquele que apresenta maior número de pampanos por videira e o R75 no bardo interior é aquele que apresenta maior número de pampanos.

Os valores no entanto não são muito diferentes em ambos os bardos (Anexo 8).

Tabela 7 – Valores médios de pâmpanos por videira nas respectivas modalidades de rega e bardos.

Média de Pâmpanos					
Modalidades	R0	R25	R50	R75	Total Geral
Bardo Exterior	9,57	9,43	9,80	9,07	9,47
Bardo Interior	8,93	9,03	9,07	9,17	9,05
Total Geral	9,25	9,23	9,43	9,12	9,26

Em relação à média de cachos por videira, o bardo interior é o que apresenta maior número de cachos, sendo a modalidade R25 aquela que tem maior número de cachos.

No bardo exterior a modalidade R50 é a que apresenta maior número de cachos por videira (Anexo 9).

Tabela 8 – Valores médios do número de cachos por videira nas respectivas modalidades de rega e bardos.

Média do Número Cachos					
Modalidades	R0	R25	R50	R75	Total Geral
Bardo Exterior	7,30	7,17	7,90	6,97	7,34
Bardo Interior	8,00	8,67	7,63	8,63	8,23
Total Geral	7,65	7,92	7,77	7,81	7,79

A análise da tabela 9 mostra que a diferença das médias do número de cachos não tem significado estatístico nas diferentes modalidades porque o valor p é superior a 0,05 no teste LSD.

Tabela 9 – Valores médios e respectivos erros padrão por modalidade do número de cachos.

	Média	Std.error	Valor p
R0	7,65	0,343	0,618
R25	7,92	0,343	0,618
R50	7,77	0,343	0,618
R75	7,81	0,343	0,618

12.6 INDICE DE FERTILIDADE E TAXA DE ABROLHAMENTO

A % de Abrolhamento ultrapassou os 100% na casta Touriga Franca, sendo a modalidade R0 a que teve valores mais altos (111,67%) no bardo exterior. No entanto no bardo interior o que apresentou maiores percentagens de abrolhamento foi a modalidade R50.

A % de abrolhamento foi menor no bardo exterior para a modalidade R75 assim como no bardo interior.

No entanto é logico pensar que apesar dos resultados obtidos, alguns erros de medição podem ter ocorrido, e que convem realçar que aconteceu a ocorrência de ventos fortes que quebraram alguns pâmpanos pelos talões e, assim, alguns olhos não serem contados.

A contagem dos olhos foi de todas as medições de campo aquela que mais dúvidas suscitaram, pois nem todas as videiras tinham dois olhos por cada talão, umas tinham um, dois ou três, o que tornou as medições mais difíceis.

A nível de fertilidade potencial e prático por modalidade e bardos, podemos verificar que, a modalidade que deu maiores índices de fertilidade potencial foi a R50 (Bardo exterior e interior) e a que deu maiores índices de fertilidade prático foi a R0 e R50 (bardo exterior) e R25 (bardo interior).

No geral as modalidades interiores são aquelas que apresentam maiores índices de fertilidade potencial e prático.

Sendo a Touriga Franca uma casta com produtividade alta e regular, vigor médio vai ao encontro do valor obtido da % de Abrolhamento ultrapassar um pouco os 100%

O facto de existir rebentações múltiplas pode ser também uma causa destes valores de percentagem de abrolhamento (Anexos 10 e 11).

Convém referir também que, o índice de fertilidade indica-nos o número de cachos por lançamentos, e que quanto maior for os seus valores maior é o rendimento da casta.

A tabela 10 apresenta os resultados já calculados da % de abrolhamento, e respectivos índices.

Tabela 10 – Tabela resumo com os valores calculados da % de Abrolhamento, Índices de Fertilidade Prático e potencial.

	Média					
	Bardo Exterior			Bardo Interior		
	Olhos	Pampanos	Cachos	Olhos	Pampanos	Cachos
R0	8,57	9,57	7,30	8,90	8,93	8,00
R25	9,27	9,43	7,17	9,20	9,03	8,67
R50	9,30	9,80	7,90	8,93	9,07	7,63
R75	9,10	9,07	6,97	9,53	9,17	8,63
	%Ab Exterior	IFP Exterior	Ifp Exterior	%Ab Interior	IFP Interior	Ifp Interior
R0	111,67	0,76	0,85	100,37	1,00	0,90
R25	101,80	0,76	0,77	98,19	0,98	0,94
R50	105,38	0,81	0,85	101,49	1,01	0,85
R75	99,62	0,77	0,77	96,15	0,96	0,91

Os resultados a nível estatístico demonstram que a percentagem de abrolhamento é significativa para um nível $p < 0,05$ do teste LSD.

A modalidade R0 foi a que teve uma maior média, e com um desvio padrão de 1,60 (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores médios, erros padrão e significancia por modalidades, da % de abrolhamento.

	Média	Std.error	Valor p
R0	106,02	1,600	0,00
R25	99,995	1,600	0,00
R50	103,435	1,600	0,00
R75	97,885	1,600	0,00

12.7. CARACTERIZAÇÃO DO COBERTO VEGETAL

12.7.1 ÁREA FOLIAR

O desenvolvimento da área foliar das videiras do ensaio apenas esteve sujeito aos condicionalismos da rega após a sua primeira rega. Até ao início da primeira rega (26 de Junho), normalmente a temperatura é determinante no desenvolvimento vegetativo. Assim, a disponibilidade hídrica do solo não parece ter sido limitativa do desenvolvimento vegetativo, na sua componente área foliar, em todas as modalidades, no período 19 de Maio. Nesta data, o potencial de base Ψ_b , variou entre valores que segundo Baeza *et al.* (2007) não são limitativos do crescimento vegetativo. Os resultados obtidos sugerem então que a modalidade R75 ao disponibilizar mais água às videiras, promovia um maior crescimento vegetativo, o que com o evoluir do ciclo resultou numa maior área foliar total (AFT).

Na figura 23 e na tabela 12 podemos observar a evolução da área foliar total por videira (soma da área foliar principal e da área foliar secundária) medida ao longo do ciclo vegetativo.

Os valores registados revelam diferenças significativas, entre as modalidades nas duas últimas datas (23 de Julho e 10 de Setembro), sendo que a modalidade R0 foi sofrendo uma quebra abrupta enquanto a modalidade R25 foi sempre subindo nos seus valores.

A modalidade R25 subiu sempre numa forma constante, ultrapassando o valor de R50 o que contraria o que seria expectável.

Esta situação cria uma certa contradição que podemos supor que serão provenientes de erros experimentais ou da própria amostragem, sendo que a rega tem influência na área foliar total (AFT).

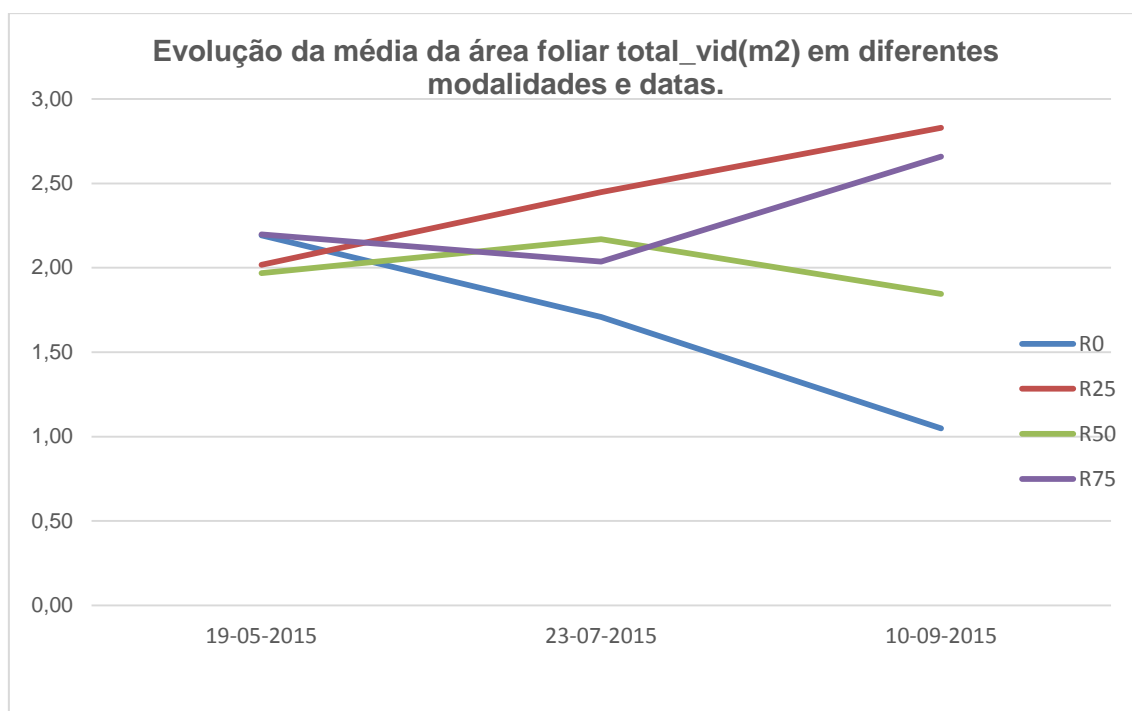


Figura 23 – Evolução da média da área foliar total_vid (m²) em diferentes modalidades e datas de recolha de dados.

Tabela 12 – Resumo dos valores da Média da AFtot_vid (m²) em diferentes datas e modalidades.

Média da AFtot_vid (m²)			
Datas das medições	19-05-2015	23-07-2015	10-09-2015
R0	2,19	1,71	1,05
R25	2,02	2,45	2,83
R50	1,97	2,17	1,85
R75	2,20	2,04	2,66
Total Geral	2,09		

Os resultados a nível estatísticos demonstram que a AFtot_vid (m²) não é significativa para um nível $p > 0,05$ do teste LSD.

A modalidade R0 foi a que teve uma menor média, e com um desvio padrão de 0,179 (Tabela 13).

Tabela 13 – Valores médios, erros padrão e significância por modalidades da AFtot_vid (m²), registadas nas três medições.

Modalidades	Média	Std.error	Valor p
R0	1,644	0,179	0,084
R25	2,433	0,179	0,084
R50	1,983	0,179	0,084
R75	2,3	0,179	0,084

12.7.2 DENSIDADE DO COBERTO

A densidade do coberto foi avaliada pelo método “Point Quadrat” (Smart e Robinson, 1991), no início do pintor, e encontra-se expressa em número de camada de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (%PFI), percentagem de cachos interiores (%PCI) e a percentagem de buracos (PB).

Os parâmetros avaliados, ao nível dos cachos e a nível vegetativo para as diferentes modalidades, apresentam-se sintetizados, na tabela 14, seguinte.

Tabela 14 – Densidade do coberto nas modalidades R0, R25, R50 e R75.

	R0		R25		R50		R75	
	Nível dos cachos	Nível vegetativo	Nível dos cachos	Nível vegetativo	Nível dos cachos	Nível vegetativo	Nível dos cachos	Nível vegetativo
Folhas Interiores	4	5	7	14	10	11	13	12
Folhas Exteriores	14	16	22	18	22	23	21	19
Total de folhas	18	21	29	32	32	34	34	31
Cachos Interiores	8	0	11	0	15	0	11	0
Cachos Exteriores	10	0	2	0	2	0	3	0
Total de cachos	18	0	13	0	17	0	14	0
Buracos	0	3	0	2	0	0	0	2
NCF	1,500	1,750	2,417	2,67	2,67	2,83	2,83	2,583
%PFI	22%	24%	24%	44%	31%	32%	38%	39%
%PCI	44%	0	85%	0	88%	0	79%	0%
PB	0	9%	0	6%	0	0	0%	6%

Legenda: (NCF) Número de camadas de folhas, (%PFI) Percentagem de folhas interiores, (%PCI) Percentagem de cachos interiores, (PB) Percentagem de buracos.

O número de camadas de folhas (NCF) tanto a nível dos cachos como a nível vegetativo apresentou valores diferentes, entre as quatro modalidades de rega, tendo sido as videiras das modalidades R50 e R75 as que exibiram maiores valores de NCF em ambos os níveis. Verifica-se no entanto que, todas as modalidades com exceção da modalidade R0, revelam um NCF superior a 1,5 preconizado por Smart e Robinson (1991), o que nos sugere a existência geral de cobertos densos, típicos da Região do Douro Superior. Por sua vez, Queiroz (2002) defende valores ideais do NCF na ordem dos 2-3 para as nossas condições climáticas. Neste caso os valores de NCF obtidos neste estudo em todos os tratamentos de rega com exceção R0, apresentam valores dentro do intervalo dos valores ideais.

A percentagem de buracos na sebe serve como indicador da porosidade da mesma, tendo-se verificado 0% de buracos nas modalidades R0, R25, R50 e R75 ao nível dos cachos e diferentes ao nível vegetativo. Comprovando, mais uma vez, que se trata de

uma sebe não densa, o que poderá ajudar evitar o aparecimento de pragas e doenças. A modalidade R0 revelou uma tendência para redução da percentagem de folhas interiores na zona de frutificação e vetativa motivado pela carência hídrica. A rega tem influência sobre o coberto vegetal.

Como se pode observar na tabela 14, os valores de percentagem de cachos expostos é alta em todas as modalidades excepto em R0

As despontas realizadas por parte da empresa provocaram alterações ao nível da estrutura do coberto na zona de frutificação, caracterizadas por uma diminuição da densidade da sebe, aumento da porosidade e da exposição dos cachos. Estas alterações podem promover um melhor arejamento e melhor exposição solar; podem revelar efeitos positivos na fertilidade do ano seguinte (Kliewer, 1982; Smart *et al.*, 1982; Candolfi-Vasconcelos, 1990), na diminuição do risco de incidência de podridão cinzenta (Payan, 1997) e na maturação e coloração dos bagos devido a uma maior exposição à luz (Payan, 1997).

Por outro lado, uma exposição excessiva pode provocar perdas de qualidade (essencialmente aromas), escaldão ou desidratação dos bagos (Castro *et al.*, 2006).

12.8 POTENCIAL HIDRICO FOLIAR

O Ψ_b é uma medida realizada antes do nascer do sol, porque se assume, que a esta hora existe um equilíbrio entre os potenciais de água nas folhas e os do solo nas zonas de absorção.

12.8.1 POTENCIAL HIDRICO FOLIAR DE BASE

A evolução do potencial hídrico foliar de base, traduz as disponibilidades hídricas do solo ao longo do ciclo vegetativo da videira.

O potencial hídrico foliar de base foi medido em oito datas distintas, desde pouco tempo antes do início da floração até à maturação.

Em primeiro lugar, é de assinalar o reflexo directo entre as condições climáticas anuais (precipitação) e a reserva hídrica do solo na rizosfera, medida através do potencial hídrico foliar de base (MPa). Uma vez que há a evidência dum ano com muita pouca precipitação, será eventualmente de esperar valores de Ψ_b mais negativos. De modo

geral, este ano houve pouca disponibilidade hídrica do solo, situando-se o parâmetro estudado neste sub-capítulo, em valores considerados de stress hídrico. A evolução do Ψ_b nos oito tratamentos não traduz o efeito da redução gradual das disponibilidades hídricas do solo com o evoluir do ciclo. A ocorrência da redução da quantidade de água, dever-se-ia à diminuição das disponibilidades hídricas no solo durante o Verão, associado, nomeadamente as perdas de água por evaporação e por evapotranspiração, quer da vinha, quer do coberto vegetal do solo.

Decidiu-se regar no dia 26 de Junho, devido à evolução dos valores de potencial hídrico de base registados que, quase atingiram o valor limite definido de -5,5 Bar na modalidade R75 que recebe mais dotação de rega. Refere-se também, que a modalidade R0 não foi regada a 26 de Junho.

Pela análise do gráfico, verifica-se que depois 23 de Julho a partir das 14 horas (pico de maior calor) a evolução traduz por uma diminuição da disponibilidade hídrica do solo. Poderá haver relação com a realização da primeira e segunda rega do ensaio (26 de Junho e 10 de Julho) que permitiu manter o solo com potenciais hídricos “mais positivos”, ou seja, mais hidratado do que estava.

Foram realizadas 8 medições de potencial hídrico foliar (9, 23 Junho, 9, 23 de Julho, 5, 10, 20 de Agosto e 3 de Setembro) sendo que - 21,25 Bar (-2,125 Mpa), foi o valor mais baixo registado. Uma vez que se encontra abaixo do intervalo referido por Ojeda (2007), podemos concluir que a vinha se encontrava numa situação de stress hídrico muito severo.

Analisando por data de registo o Ψ_b , constata-se que existem diferenças entre as modalidades.

Durante o mês de Julho, o potencial hídrico foliar de base foi semelhante entre tratamentos de rega, independentemente das diferentes dotações de rega aplicada neste mês. A partir do final de Julho observa-se que o Ψ_b entre tratamentos começa a diferenciar-se, sendo mais notória esta diferença na semana que antecede a vindima. Segundo Baeza (2007), os valores registados permitem concluir que as videiras nas modalidades (R25, R50, R75) nunca estiveram sujeitas a valores que inibem tanto o crescimento vegetativo, o que comparado com a modalidade R0 o efeito é totalmente o contrário (Figura 24). No anexo 12 apresentam-se os valores do potencial hídrico de base obtidos e no anexo 14, os potenciais hídricos medidos às 10, 14 e 17 horas.

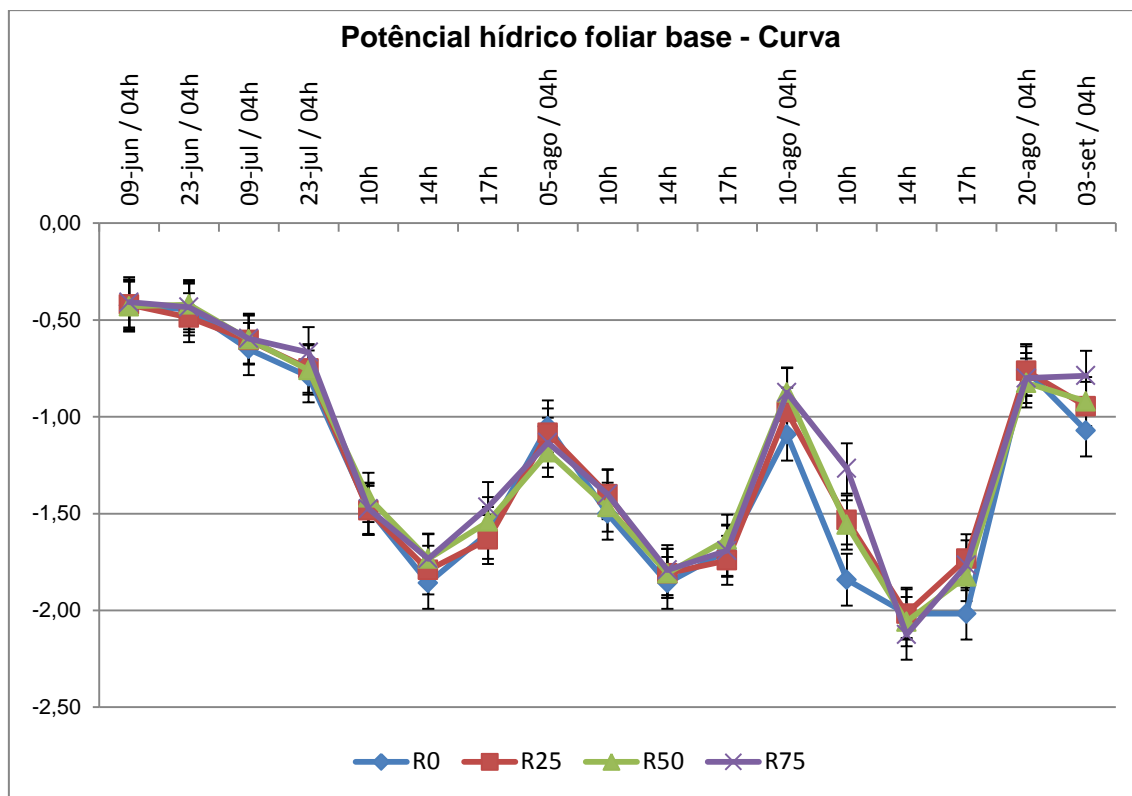


Figura 24 – Evolução sazonal do potencial hídrico foliar base (Ψ_b) nas quatro modalidades de rega, com a respectiva curva do potencial hídrico.

Os resultados a nível estatístico representados nas tabelas 15 e 16 demonstram que:

R0 é significativamente diferente a nível estatístico de R50, R75, e não tem diferenças significativas para R25. A modalidade R0 foi a que teve um valor médio de potencial hídrico de base inferior (-7,708 MPa) e com um desvio padrão de 0,145;

R25 é significativamente diferente a nível estatístico com R75, e não tem diferenças significativas para R0 e R50. A modalidade R25 teve um valor médio de potencial hídrico de base de (-7,310 MPa) e com um desvio padrão de 0,145;

R50 é significativamente diferente a nível estatístico de R0 e R75, e não tem diferenças significativas para R25. A modalidade R50 teve um valor médio de potencial hídrico de base de (-7,310 MPa), e com um desvio padrão de 0,145;

R75 não tem diferenças significativas para as outras modalidades. A modalidade R75 teve um valor médio de potencial hídrico de base de (-6,720 MPa), e com um desvio padrão de 0,145;

Podemos concluir que, os resultados demonstram que é a modalidade R0 a que apresenta menor média para um desvio padrão de 0,145, sendo aquela que apresenta um maior índice de stress hídrico (Tabela 16).

Tabela 15 – Valores médios, erros padrão e significância por modalidades do potencial hídrico de base, das oito medições realizadas.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: PHB

Casta	(I) Modalidade	(J) Modalidade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
TF	R0	R25	-,399	,205	,052	-,801	,004
		R50	-,435*	,205	,034	-,837	-,032
		R75	-,988*	,205	,000	-1,391	-,585
	R25	R0	,399	,205	,052	-,004	,801
		R50	-,036	,205	,862	-,438	,367
		R75	-,589*	,205	,004	-,992	-,187
	R50	R0	,435*	,205	,034	,032	,837
		R25	,036	,205	,862	-,367	,438
		R75	-,554*	,205	,007	-,956	-,151
	R75	R0	,988*	,205	,000	,585	1,391
		R25	,589*	,205	,004	,187	,992
		R50	,554*	,205	,007	,151	,956

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the, 05 level.

Tabela 16 – Médias e erros padrão por modalidades do potencial hídrico de base, das oito medições realizadas.

Dependent Variable: PHB

Casta	Modalidade	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
TF	R0	-7,708	,145	-7,993	-7,424
	R25	-7,310	,145	-7,594	-7,025
	R50	-7,310	,145	-7,558	-6,989
	R75	-6,720	,145	-7,005	-6,436

12.9 TROCAS GASOSAS

12.9.1 EVOLUÇÃO DIURNA DA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO₂ EM TRÊS FASES DISTINTAS DO CICLO BIOLÓGICO DA VIDEIRA

No anexo 13 apresentam-se as medições efetuadas em campo, na figura 25 e 26 são apresentadas medições da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) e condutância estomática (g_s), nos períodos de (23 de Julho), (05 e 10 de Agosto). Verifica-se que a modalidade R0 nas três datas apresenta valores de medições de A e g_s inferiores às apresentadas pela modalidade R25, R50, R75.

De acordo com os dados do gráfico da figura 25 podemos verificar que existem diferenças nos valores da condutância estomática (g_s) e taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), nas diferentes horas do dia (10, 14 e 17 horas).

Observaram-se sempre os maiores valores, quer de g_s, quer de A durante a manhã no período das 10 horas em ambas as modalidades.

Estes resultados estão na mesma linha que Chaves (1986) que refere valores de fotossíntese máxima entre 9 e as 11 horas.

O g_s e A não diminuía gradualmente ao longo do dia em alguns dias. No entanto no dia 23 de Julho, o mínimo de A foi atingido às 14h na modalidade R0 e subindo logo de seguida às 17:30.

Estas alterações têm a ver com o comportamento estomático, onde possivelmente é explicada pela elevada temperatura que se registou neste dia.

Temperaturas altas e potenciais hídricos severos podem condicionar a abertura estomática (Downtow *et al.*, 1987; Winkel e Rambal, 1990).

Schultz (2003), já havia observado que o fecho dos estomas está correlacionado com disponibilidade hídrica no solo, registando reduções do g_s quando o Ψ PD diminui.

De acordo com os valores de referência para a g_s (Flexas *et al.*, 2002; Medrano *et al.*, 2002; Cifre *et al.*, 2005), as videiras que estiveram sujeitas a um stress hídrico leve, enquanto outras a um stress hídrico severo os valores de g_s variaram, ao longo do ciclo, de um modo geral entre os valores de 0,05 e 0,15 mol H₂O m⁻² s⁻¹, o que Cifre *et al.* (2005) consideram que permite uma rápida recuperação da fotossíntese após a rega.

12.9.2 INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO₂

A disponibilidade hídrica tem influência na condutância estomática (g_s) e na taxa de assimilação (A) da videira.

Facilmente se verifica um aumento de g_s e A no dia após a rega.

Concluindo, tendo em conta que quando se verifica constantemente uma maior abertura estomática numa parcela com maior disponibilidade hídrica o valor de g_s aumenta, e podemos deduzir então que os decréscimos na condutância estomática são tanto maiores quanto menor for a disponibilidade hídrica do solo.

Isto poderá ser explicado pela maior concentração de ácido abscísico (ABA), provavelmente no xilema do pecíolo e folha (Rodrigues *et al.*, 2008), quanto maior é o stress hídrico e uma vez que o ABA é responsável pelo fecho dos estomas, este tem forte influência sobre a variação do g_s e controlo da abertura dos estomas (William *et al.*, 2002).

Quando a videira tem mais água no solo, logo menor concentração de ABA, abre mais os estomas, mas este incremento não é tão marcado na fotossíntese, o que indicia que a gestão da água é menos eficiente, com proporcionalmente maiores perdas por transpiração nas videiras regadas e tanto mais quanto maior a quantidade de água aplicada.

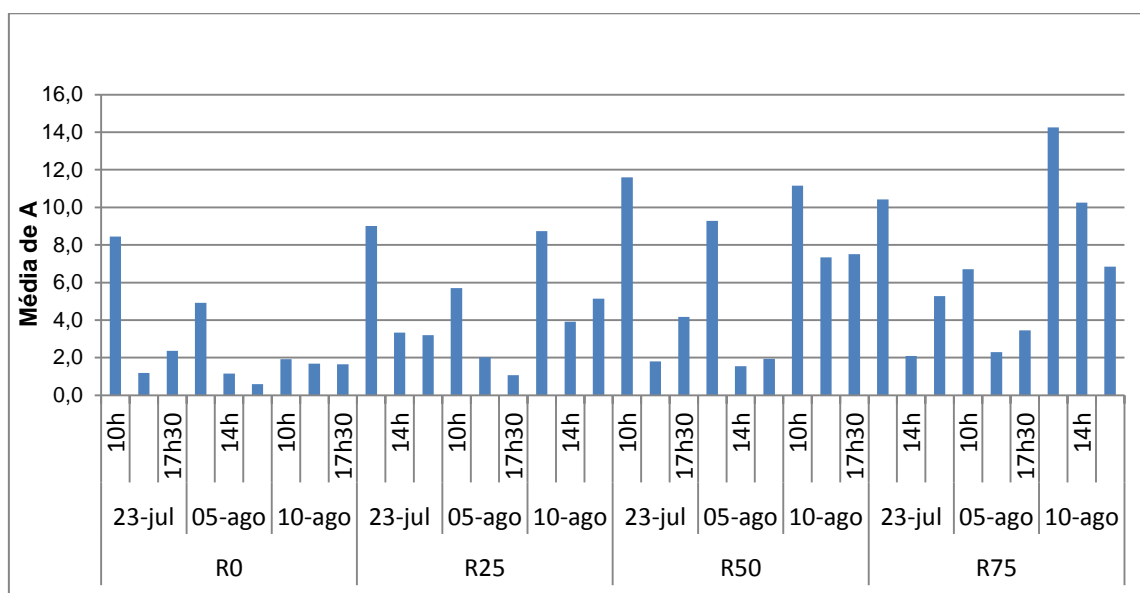


Figura 25 – Evolução diurna (10h, 14h, 17h30) da média da taxa de assimilação líquida de Co₂ (A), antes e após rega, nas modalidades R0, R25, R50, R75, realizadas nas datas de 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.

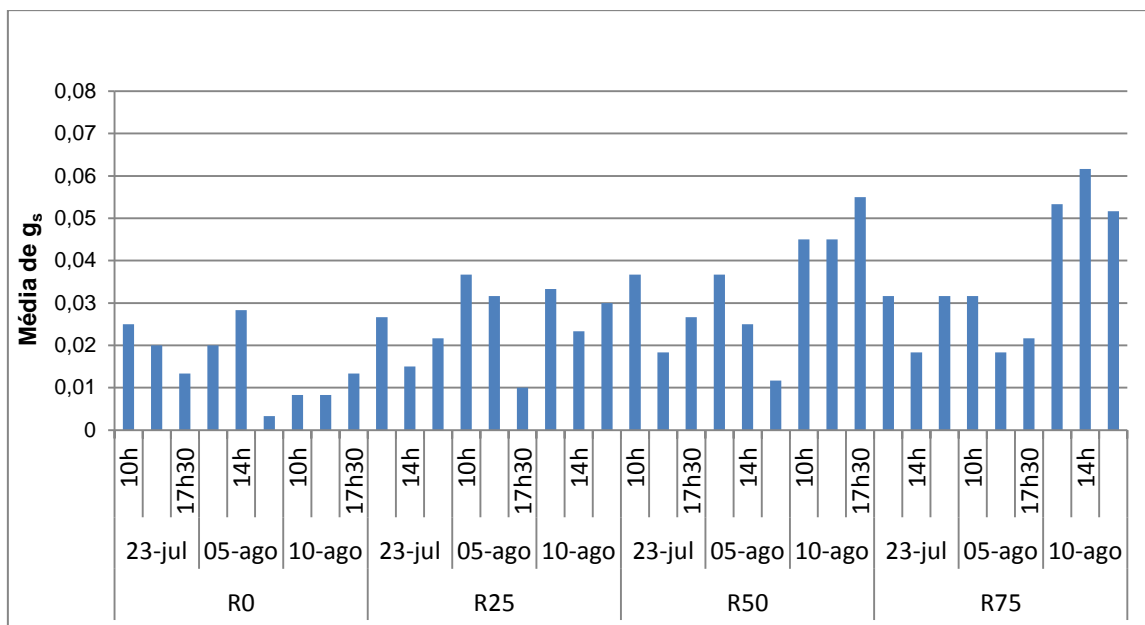


Figura 26 – Evolução diurna (10h, 14h, 17h30) da média da condutância estomática (g_s), antes e após rega, nas modalidades R0, R25, R50, R75, realizadas nas datas de 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.

Os resultados a nível estatístico representados nas tabelas 17 e 18 demonstram que:

R0 é significativamente diferente a nível estatístico de R25, R50, e R75. A modalidade R0 foi a que teve um valor médio da taxa de assimilação líquida (A) inferior (1,984) e com um desvio padrão de 0,422;

R25 é significativamente diferente a nível estatístico de R0, R50, e R75. A modalidade R25 foi a que teve um valor médio da taxa de assimilação líquida (A) de 4,432 e com um desvio padrão de 0,422;

R50 é significativamente diferente a nível estatístico de R0 e R25, e não tem diferenças significativas para R75. A modalidade R50 teve um valor médio da taxa de assimilação líquida (A) de 6,462, e com um desvio padrão de 0,422;

R75 é significativamente diferente a nível estatístico de R0 e R25, e não tem diferenças significativas para R50. A modalidade R75 teve um valor médio da taxa de assimilação líquida (A) de 7,306, e com um desvio padrão de 0,422.

Podemos concluir que, os resultados demonstram que é a modalidade R0 a que apresenta menor média, sendo aquela que apresenta uma menor taxa de assimilação líquida (A) (Tabela 18) e consequentemente uma menor condutância estomática (g_s).

Tabela 17 - Valores médios, erros padrão e significância por modalidades da taxa de assimilação líquida (A), das tres datas medidas (23 Julho, 5 e 10 de Agosto)

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: A

Casta	(I) Modalidade	(J) Modalidade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
TF	R0	R25	-2,449 [*]	,597	,000	-3,630	-1,268
		R50	-4,478 [*]	,597	,000	-5,659	-3,297
		R75	-5,322 [*]	,597	,000	-6,503	-4,141
	R25	R0	2,449 [*]	,597	,000	1,268	3,630
		R50	-2,030 [*]	,597	,001	-3,211	-,849
		R75	-2,873 [*]	,597	,000	-4,054	-1,692
	R50	R0	4,478 [*]	,597	,000	3,297	5,659
		R25	2,030 [*]	,597	,001	,849	3,211
		R75	-,844	,597	,160	-2,025	,337
	R75	R0	5,322 [*]	,597	,000	4,141	6,503
		R25	2,873 [*]	,597	,000	1,692	4,054
		R50	,844	,597	,160	-,337	2,025

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the, 05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Tabela 18 - Médias e erros padrão por modalidades da taxa de assimilação líquida (A), correspondentes às medições dos dias 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.

Estimates

Dependent Variable: A

Casta	Modalidade	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
TF	R0	1,984	,422	1,149	2,819
	R25	4,432	,422	3,597	5,267
	R50	6,462	,422	5,627	7,297
	R75	7,306	,422	6,470	8,141

De acordo com a tabela 18 anterior, apresenta-se em seguida (Figura 27), um gráfico que fornece-nos mais detalhadamente os valores médios totais de (A) obtidos de todas as medições realizadas nas 3 datas em estudo. Verifica-se que a modalidade R0 é aquela que apresenta uma menor média de A (1,984) e a modalidade R75 o valor mais alto (7,306).

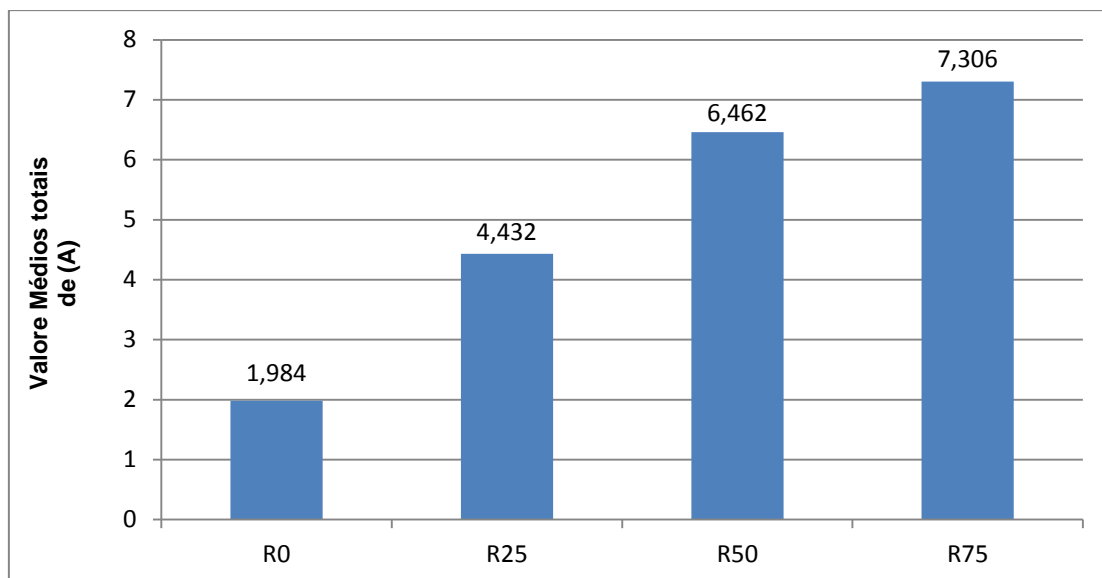


Figura 27 – Valores médios totais da taxa de assimilação líquida (A) por modalidades, correspondentes às medições ocorridas dias 23 de Julho, 5 e 10 de Agosto.

13.CONCLUSÕES

A Região Demarcada do Douro (RDD) apresenta condições naturais capazes de imprimir um carácter verdadeiramente singular nos vinhos produzidos. Essas condições representam igualmente um verdadeiro desafio técnico para os viticultores, que têm de fazer face à multiplicidade de variáveis ambientais existentes e às elevadas variações interanuais da produção. Existem ainda alguns constrangimentos legais e socioculturais, resultantes de tradições enraizadas e da antiguidade da demarcação da região, criando por vezes resistências à introdução de novas práticas culturais.

A discussão da rega da vinha na região não é recente, e apesar de ser recorrentemente abordada, continua a não existir um consenso, nem ao nível institucional, nem tampouco ao nível da lavoura e do comércio. O presente trabalho pretendeu contribuir para a clarificação deste tema, com o objectivo de avaliar o impacto de parametros ecofisiologicos no comportamento fisiológico da videira e, centrando a discussão numa perspectiva meramente científica e agronómica.

Os dados climáticos, registos da água no solo e medições fisiológicas comprovam o elevado nível de severidade da carência hídrica verificada na sub-região do Douro Superior, próximo da cidade de Vila Nova de Foz-Côa. Foram mesmo por vezes registados nas videiras níveis de potenciais hídricos foliares de base de tal forma negativos que ultrapassam muitos dos valores normalmente tabelados noutras regiões vitícolas para a viabilidade eco-fisiológica da cultura da vinha.

Os regimes hídricos definidos provocaram diferenças significativas no teor de água no solo e consequentemente no comportamento fisiológico, vegetativo e produtivo das videiras. Os registos efectuados permitiram avaliar e classificar, em função dos valores referenciados em outras regiões vitícolas, os diferentes níveis de carência hídrica resultantes.

O ano vitícola de 2014/2015 caracterizou-se por ser um ano atípico em termos climáticos, com um Inverno frio e seco, e com uma Primavera e Verão anormalmente quentes e secos. Destaca-se em especial a reduzida precipitação ao longo da maior parte do ciclo vegetativo e as altas temperaturas registadas entre Junho e Julho, pelo seu impacto na videira e na maturação da uva.

As videiras não regadas estiveram sujeitas a uma carencia hídrica severa até ao pintor e durante o periodo de maturação, enquanto as modalidades regadas da floração ao pintor com dotações de rega de R25%, R50% e R75% mesmo assim apresentavam valores de carencia hidrica um pouco severa, originado pelo ano vitícola 2014/2015 atípico em termos de temperaturas.

Os diferentes níveis de disponibilidade hídrica obtidos tiveram reflexos na fisiologia das videiras. A maioria dos parâmetros observados, apresentaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, embora nalguns casos não tenha emergido um padrão de efeitos totalmente definido. Há que recordar que as videiras são plantas perenes cujo comportamento sazonal é influenciado pelas condições ambientais e agrícolas a que foram sujeitas, não só nesse período mas também em períodos anteriores.

Não se pode descurar o efeito do factor “Ano”, que se verificou ter uma influência significativa não apenas no teor de água no solo, como também na maioria dos parâmetros de produção avaliados.

As trocas gasosas das videiras foram sensíveis à variação da disponibilidade hídrica, com as modalidades regadas no período do registo a apresentarem taxas mais elevadas de transpiração, condutância estomática, fotossíntese.

Contudo, a verificação da existência de mecanismos não estomáticos de regulação da fotossíntese levou a que o seu aumento tenha sido proporcionalmente inferior ao dos restantes, resultando uma menor eficiência intrínseca do uso da água. As limitações não estomáticas da fotossíntese aumentaram à medida que o nível de severidade da carência hídrica se acentuou no período estival.

Entre os vários métodos de avaliação do estado hídrico da videira utilizados, os melhores resultados foram obtidos, por ordem decrescente, pela medição, do potencial hídrico foliar de base e pelas trocas gasosas através do IRGA.

Os dois apresentaram uma boa sensibilidade às variações da disponibilidade hídrica impostas.

Os resultados apresentados devem ser encarados como um contributo e não como um “ponto final” na avaliação dos efeitos da disponibilidade hídrica sobre a fisiologia e produção da videira na RDD. A complexidade dos mecanismos através quais a água poderá interferir no comportamento da videira é considerável, com vários processos a ocorrerem em simultâneo e em diferentes fases do ciclo vegetativo, directos ou indirectos, mais ou menos interligados. Não se pode igualmente esquecer que a água, apesar da sua relevância, é apenas um dos muitos factores que compõem o meio do qual a própria videira faz também parte. As grandes variações interanuais na produção verificadas na RDD são um bom exemplo disso. O “ano” integra em si mesmo um conjunto extremamente complexo de factores climáticos aos quais se junta o solo que, tanto individualmente como em conjunto e inter-relacionando-se terão um impacto na cultura. A própria videira, consoante a casta, estado sanitário e idade é também uma fonte de variação. A disponibilidade hídrica terá assim que ser encarada e avaliada sempre no contexto do ano e das condições ambientais e vitícolas em questão. E a

sua gestão, quer através da rega, quer através de outras práticas culturais, devem ser ajustadas a cada caso particular e aos objectivos produtivos do viticultor com vista à qualidade da produção final.

14. BIBLIOGRAFIA

Acevedo, C., Ortega-Farías, S., Hidalgo, C., Moreno, Y., Córdova, F. 2005. Efecto de Diferentes Niveles de Agua Aplicada en Post-Cuaja y en Post-Pinta Sobre la Calidad del Vino cv. Cabernet Sauvignon. *Agricultura Técnica*, 65 (4): 397-410.

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, 56, Rome.

Araujo, F., Williams, L.E., Grimes, D.W., MattheWs, M.A. 1995a. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. I. Root and soil Water distributions. *Scientia Horticulturae*, 60: 235-249.

Arnold, R., Williams, L. 2001. Effect of irrigation on Wine quality. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp 23-25.

Archer, E. & Strauss, H.C., 1985. Effect of plant density on root distribution of three-year old grafted 99 Richter grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 6, 25 - 30.

Baeza, P.; Sanchez-De-Miguel, P.; Centeno, A.; Junquera, P.; Linares, R.; Lissarrague, J.R., 2007. Water relations between leaf water potential, photosynthesis and agronomic vine response as a tool for establishing thresholds in irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae*, 114 (3): 151-158.

Bateira, C.V.; Gomes, A.; Cosson, A.; Lourenço, L; Martin, C.; Marí, A.C. (2006). Projecto TERRISC, Departamento de Geografia - Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Barbeau, G. 2004. Influência dos factores naturais do Terroir na uva e no vinho: exemplos do Cabernet Franc e do Chenin Blanc no Vale do Loire. *Vinidea.net revista internet técnica do vinho*, nº. 4.

Barroso, J.M., Lopes, C.M., Pacheco, A., Cabrita, M.J., Vaz Freire, J.T., Vicente-Paulo, J., 2001. Influência da rega no comportamento da casta 'Aragonez' em vários solos do Alentejo. *Actas do 5º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo, ATEVA/CVRA, Évora*, pp. 235-241.

Bartolomé, M. C.; 1993: Respuestas de la vid (*V. vinifera* L.) a condiciones de estrés hídrico: Efectos sobre las relaciones agua-planta, el crecimiento, la producción y la calidad (cv. Tempranillo). Doc. Diss., Madrid Polytechnic Univ., Spain.

Becker, N.; Zimmermann, H. (1984). Influence de divers apports d'eau sur des vignes en pots, sur la maturation des sarments, de développement des baies et la qualité des vins. Bull. L'OIV, 57: 573-683.

Begg, J.E.; Turner, N.C. (1970). Water potential gradients in field tobacco. Plant Physiol. 46:343–346.

Bernard, N.; Zebic, O.; Deloire, A. (2004). Estimation de l'état hydrique de la vigne par la mesure de la température foliaire: un outil au service des professionnels. Le Progrès Agricole et Viticole, 121 (23): 539-542.

Bertamini, M., Zulini, L., Zorer, R., Muthuchelian, K., Nedunchezian, N. 2007. Photoinhibition of photosynthesis in Water deficit leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) plants. Photosynthetica, 45 (3): 426-432.

Bondada, B. e Shutthanandan J. 2012. Understanding Differential Responses of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Leaf and Fruit to Water Stress and Recovery Following Re Watering. American Journal of Plant Sciences, 3, 1232-1240

Bota J, Flexas J, Medrano H. 2001. Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. Annals of Applied Biology 138: 353-361.

Botelho-da-Costa, J.V. 1995. Caracterização e constituição do solo. Fundação Calouste Gulbenkian, 5ª edição, Lisboa, 527pp.

Brase, R. 2001. Vineyard mapping and irrigation system design. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 26-31.

Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen, S. and Tabacman, H. 1985. Effect of crop level and crop load on growth, yield, composition and Wine quality of Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic., 36: 125-131.

Buttrose, M.S. 1974. Fruitfulness in grapevines: Effect of Water stress. Vitis, 12: 299 305.

Carey, V.A., 2001. Spatial Characteristics of Natural Terroir Units for Viticulture in the Bottelaryberg-Simonsberg-Helderberg Winegrowing Area. MSc Agric thesis, Stellenbosch University, Stellenbosch.

Carbonneau, A., Casteran, P. 1979. Irrigation-depressing effect on floral initiation of Cabernet Sauvignon grapevines in Bordeaux area. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30 (1): 3-7.

Carbonneau, A. (1981). Observation sur vigne: Codification des données agronomiques. *Vititechniques*, Septembre. 8-11

Carbonneau, A. 1985. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *Am. J. Enol. Vitic.*, 36: 195-198.

Carbonneau, A. 1998. Vignobles méditerranéens : des malentendus a rectifier. *Progrès Agricole et Viticole*, 115 (21) : 456-458.

Carbonneau, A., 1998. Aspects qualitatifs, 258–276. In: *Proceedings of the XXVIIth World Congress of Vine and Wine*, Bratislava. *Traité d'irrigation, tiercelin*. Lavoisier Tec et Doc ed., 1011 pp.

Carbonneau, A. (2002). Gestion de l'eau dans le vignoble: théorie et pratique. *Le Progrès Agricole et Viticole* 21: 455-467.

Castellarin, S.D., Matthews, M.A., Di-Gaspero, G., Gambetta, G.A. 2007. Water deficits accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries. *Planta*, 227 (1): 101-112.

Cifre, J.; Bota, J.; Escalona, J.M.; Medrano, H.; Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.) An open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106: 159-170.

Champagnol, F. 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Déhan, Montpellier, 351pp.

Chavarria, G., Santos, H.P., Felippeto, J., Marodin, G.A.B., Bergamaschi, H., Cardoso, L.S., Fialho, F.B. 2008. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. *Rev. Bras. Frutic.*, 30 (4): 1022-1029.

Chaves, M.; Rodrigues, M.L. (1987). Photosynthesis and water relation of grapevines growing in Portugal – response to environment factors. In: Plant Response to stress. Ed. J.D. Tenhunen et al., Berlim. NATO ASI Series Vol. G15, 379-390.

Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osório, M.L., Carvalho, I., Faria, T., Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth, *Ann. Bot.* 89: 907–916.

Chaves, M.M.; Santos, T.P.; Souza, C.R.; Ortuno, M.F.; Rodrigues, M.L.; Lopes, C.M.; Maroco, J.P.; Pereira, J.S. (2007). Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of applied biology*, 150 (2): 237-252.

Chaves, M.M.; Zarrouk, O.; Francisco, R.; Costa, J.M.; Santos, T.; Regalado, A.P.; Rodrigues, M.L.; Lopes, C.M. (2010). Grapevine under deficit irrigation : hints from physiological and molecular data. *Annals of botany*, 105:661-676.

Choné, X.; Van Leeuwen, C.; Dubourdieu, D.; Gaudillère, J.P., 2001. Stem Water Potential is a Sensitive Indicator of Grapevine Water Status. *Ann. Bot.*, 87: 477-483.

Collins, M.J. 2006. Physiological responses of field grown Shiraz grapevines to partial rootzone drying and deficit irrigation. PhD Thesis Academic year 2005-06, Agriculture and Food Systems Faculty of Land and Food Resources, University of Sydney

Correia, M.J.; Pereira, J.S.; Chaves, M.M.; Rodrigues, M.L.; Pacheco, C.A. (1995). ABA xylem concentrations determine maximum daily leaf conductance of field-grown *Vitis vinifera* L. plants. *Plant Cell Environ.* 18:511-521.

Coombe, B.G.; McCarthy, M.G. (2000). Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6 (2): 131-135.

Conradie, W. J . 1988. Effect of soil acidity on grapevine root growth and the role of roots as a source of nutrient reserves. In : The grapevine root and its environment . Ed. Van Zyl, J. L. Pretoria, South Africa

Cuevas, E., Baeza, P., Lissarrague, J.R. 1998. Effects of 4 moderate Water regimes on seasonal changes in vineyard evapotranspiration and dry matter production under semi-

arid conditions. *Acta Hort. (ISHS)*, 493: 253-260.

Creasy, G.L., Lombard, P.B. 1993. Vine Water stress and peduncle gridling effects on pre and post veraison grape berry growth and deformability. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 193-197

Dai, Z.W., Vivin, P., Barrieu, F., Ollat, N., Delrot, S. 2010. Physiological and modelling approaches to understand Water and carbon fluxes during grape berry growth and quality development: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16: 70–85.

De la Hera ML, Romero P, Gómez-Plaza E, Martínez A. 2007. Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? *Agricultural Water Management* 87: 261-274.

Deloire, A.; Ojeda, H.; Zebic, O.; Bernard, N.; Hunter, J.-J.; Carbonneau, A. (2005). Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin. *Progrès Agricole et Viticole*, 122 (21): 455–462.

Doorenbos, J., Kassan, A.H., Bentvelsen, C.L.M., Branscheid, V., Plusjé, J.M.G.A., Smith, M., Uittenbogaard, G.O., Van der Wal, H.K. 1986. Yield response to Water. *FAO Irrigation and Drainage*, 33, Rome.

Dry, P.R.; Loveys, B.R., 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Aus. J. Grape and Wine Research*, 4 (3): 140-148.

Dry, P.R.; Loveys, B.R.; McCarthy, M.G.; Stoll, M., 2001. Strategic irrigation management in Australian vineyards. *J. Int. Science Vigne Vin*, 35: 129-139.

Dry, P.R., 2005. Use of irrigation strategies for maximization of water use efficiency and wine quality in Australia. In: *Proceedings of the International Symposium on Irrigation Management in Wine and Table Grape Vineyards*, INIA, Santiago, Chile, pp. 15–22

Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R. 2001. Effect of irrigation on changes

in the anthocyanin composition of the skin of cv Tempranillo (*Vitis vinifera* L) grape berries during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (4): 409-420.

Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R. 2002. Relationships between different berry components in Tempranillo (*Vitis vinifera* L) grapes from irrigated and non-irrigated vines during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (10): 1136

Falcetti, M. (1994). Le terroir. Qu'est-ce qu'un terroir? Pourquoi l'étudier? Pourquoi l'enseigner? *Bull. de l'OIV*, 67(2):246-275.

Ferreira, R.E.; Sellés, G.; Peralta, J.; Burgos, L.; Valenzuela, J., 2002. Efectos de la restricción del riego en distintos períodos de desarrollo de la vid cv. Cabernet sauvignon sobre producción y calidad del vino. *Agricultura Técnica*, 62(3): 406-417.

Flexas, J.; Escalona, J.M.; Medrano, H., 1999. Water stress induces different levels of photosynthesis and electron transport rate regulations in grapevines. *Plant, Cell and Environment*, 22: 39-48.

Flexas, J., Badger, M., ChoW, W.S., Medrano, H., Osmond, C.B. 1999a. Analysis of the relative increase in photosynthetic O₂ uptake when photosynthesis in grapevine leaves is inhibited following low night temperatures and/or water stress. *Plant Physiology*, 121: 675-684.

Flexas, J.; Bota, J.; Escalona, J.M.; Sampol, B.; Medrano, H. (2002). Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. *Functional Plant Biology*, 29: 461-471.

Flexas, J., Bota, J., Cifre, J., Escalona, J.M., Galmés, J., Gulías, J., Lefi, E.-K., Martínez Cañellas, S.F., Moreno, M.T., Ribas-Carbó, M., Riera, D., Sampol, B., Medrano, H. 2004. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. *Ann. appl. Biol.*, 144: 273-283.

Fouquet, R., Léon, C., Ollat, N., Barrieu, F. 2008. Identification of grapevine aquaporins

and expression analysis in developing berries. *Plant Cell Rep.*, 27: 1541–1550.

Fregoni, M. 1999. *Viticultura di Qualità*. Edizioni l'Informatore Agrario S.r.l, 2ª edizione, pp. 579-612, Verona.

Freeman, B.M., KlieWer, W.M. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II. Grape and Wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 34: 197-207.

Gachons, C.P., Van Leeuwen, C., Tominaga, T., Soyer, J.-P., Gaudillère, J.-P., Dubourdieu, D. 2005. Influence of Water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L cv Sauvignon blanc in field conditions. *J. Sci. Food Agric.*, 85: 73-85.

García-Escudero, E., Martínez-Bujanda, F., Lissarrague, J.R., Sotés, V. 1994. Influencia del momento de aplicación del riego sobre la producción y la calidad del mosto. *Vitivinicultura*, 1-2: 49-54.

García-Escudero, E. 2007. Experiencias de riego en la DOCa. Rioja. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 199-230, Madrid.

Gaudillère, J.P., Van Leeuwen, C., Ollat, N. 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard Water status. *Journal of Experimental Botany*, 53 (369): 757-763.

Gil, G.F., Pszczółkowski, P. 2007. *Viticultura – Fundamentos para optimizar producción y calidad*. Ediciones Universidad Católica de Chile, 1ª ed., 535pp, Santiago de Chile

Ginestar, C., Eastham, J., Gray, S., Iland, P. 1998. Use of Sap-Flow Sensors to schedule vineyard irrigation II - Effects of Post-Veraison Water Deficits on composition of Shiraz grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 49 (4): 421-428.

Girona J. 2005. Analisis de la repuesta de la vina a la aplicacion de la tecnica de partial rootzone drying (PRD). Station Régionale ITV Midi-Pyrénées, L'innovation en viticulture/oenologie - Décembre 2005, pp. 18-24.

Girona, J.; Mata, M., del Campo, J.; Arbonés, A.; Bartra, E.; Marsal, J. (2006). The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in vineyards. *Irrig. Sci.*, 24: 115- 127.

Gladstones, J., 1992. *Viticulture and Environment*. Winetitles. Adelaide. p.8-33, 72-78

Gómez-del-Campo M., Ruiz C., Baeza P., Lissarrague J.R., 2003. Drought adaptation strategies of four grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.): modification of the properties of the leaf area. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 37, 131–143

Grant, O.M., Tronina¹, Ł., Jones, H.G., Chaves, M.M. 2007. Exploring thermal imaging variables for the detection of stress responses in grapevine under different irrigation regimes. *Journal of Experimental Botany*, 58 (4): 815–825.

Greenspan, M.D., Shackel, K.A., Matthews, M.A. 1994. Developmental changes in the diurnal Water budget of the grape berry exposed to Water deficits. *Plant, Cell and Environment*, 17: 811-820.

Greenspan, M.D; Schultz, H.R.; Matthews, M.A. (1996). Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. *Physiol. Plant.* 97:55-62.

Greer D.H. e Weedon M.M. 2013. The impact of high temperatures on *Vitis vinifera* cv Semillon grapevine performance and berry ripening. *Front Plant Sci.* 2013; 4: 491. Doi: 10.3389/fpls.2012.00491

Grimes, D.W.; Williams, L.E. (1990). Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson Seedless grapevines. *Crop Sci.*, 30: 255-260.

Gurovich, L.; Vergara, L.M. (2005). Riego deficitario controlado: la clave para la expresión del terroir de vinos premium. In: Seminario Internacional de Manejo de Riego y Suelo en Vides para Vino y Mesa, 1, 2005, Santiago. Proceedings. Santiago: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 30p.

Handley, D. 2001. Implementation of RDI strategies. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 32-35.

Hardie, W.J., Considine, J.A. 1976. Response of Grapes to Water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Viticult.*, 27 (2) : 55-61.

Hargreaves, G.H.; Samani, Z.A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. *Transaction of ASAE* 1(2): 96-99.

Hardie, W.J.; Martín, S. (1990). A strategy for vine growth regulation by soil water management. In. *Proceedings of the Seventh Australian Wine Industry Technical Conference*, Adelaide, 13-17 August, 1989, p. 51-67.

Hepner, Y., Bravdo, B., Loinger, C., Cohen, S. and Tabacman, H. 1985. Effect of drip irrigation schedules on growth, yield, must composition and Wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, 36: 77-85

Hendrickson, L., Ball, M.C., Wood, J.T., Chow, W.S., Furbank, R.T. 2004. Low temperature effects on photosynthesis and growth of grapevine. *Plant, Cell and Environment*, 27: 795–809.

Hidalgo, L. 2002. *Tratado de Viticultura General*, Mundi Prensa Libros S.A, 3a edición, pp. 775- 792. Madrid.

Hsiao, T.C., Xu, L.-K. 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to Water stress: biophysical analysis and relation to Water transport. *J. Exp. Botany.*, 51 (350): 1595-1616.

Huglin, P., Schneider, C. 1998. *Biologie et Écologie de la Vigne*. Technique & Documentation, 2 édition, 370 pp, Paris.

Iacono, F., Zamboni, M., Tardaguila, J., Scienza, A. 1994. Effetti dell'umidità relativa e del regime radioattivo sull'attività fotosintetica di ibridi del genere *Vitis* sottoposti a stress idrico. *Atti del 4º Symp. Int. Fisiol. Vite*; San Michele a/A – Torino: 291- 294.

Iacono, F., Buccella, A., Peterlunger, E. 1998. Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Horticulturae*, 75: 27-39.

Instituto da Vinha e do Vinho (2009) – IVV. Anuário Vinhos e Aguardentes de Portugal. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas: Instituto da Vinha e do Vinho.

Intrigliolo, D.S., Castel, J.R. 2007. Evaluation of grapevine Water status from trunk diameter variations. *Irrig. Sci.*, 26: 49–59.

Intrigliolo, D.S.; Ferrer, P.J.; Castel, J.R. (2007). Monitorización del riego en vid. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 85-113, Madrid.

Intrigliolo, D.S., Castel, J.R. 2009. Response of *Vitis vinifera* cv. 'Tempranillo' to partial rootzone drying in the field: Water relations, growth, yield and fruit and Wine quality. *Agric. Water Manag.*, 96: 282-292.

Jackson, D.I., Lombard, P.B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and Wine quality- A Review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44 (4): 409-430.

Jackson, R.S. 2008. *Wine Science: Principles and Applications*. New York: Academic Press

Jones, H.G. 1980. Interaction and integration of adaptive responses to Water stress: the implications of an unpredictable environment. *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*, ed. N.C. Turner & P.J. Kramer, pp. 353-365, New York.

Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K. 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Climatic Change*, 73 (3): 319-343.

Jordão, A. M., Da Silva, R. J. M., Laureano, O. 1998. Influência da rega na composição fenólica das uvas tintas da casta Touriga Francesa (*Vitis vinifera* L.). *Cienc. Tecnol. Aliment.*, 2 (2) : 60-73.

Linares, R., Baeza, P., Lissarrague, J.R. 2007. Potencial hídrico foliar. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 37-45, Madrid.

Lu, P., Yunusa, I.A.M., Walker, R.R., Müller, W.J. 2003. Regulation of canopy

conductance and transpiration and their modelling in irrigated vineyards. *Functional Plant Biology*, 30: 689– 698.

Liu, W.T., Wenkert, W., Allen, L.H., Lemon, E.R. 1978. Soil-plant Water relations in a NeW York vineyard: Resistances to Water movement. *J.Am. Soc. Hort. Sci.*, 103: 226 230.

Seguin, G. 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. de L'O.I.V.*, 623: 3–18.

Pacheco, C.M.A. (1989). Influência de técnicas de não mobilização e de mobilização sobre aspectos estruturais e hídricos de solos com vinha, bem como sobre o respectivo sistema radical. Consequências das relações hídricas solo-vinha na produção. Dissertação de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 423 p.

Pacheco, C.M.A., 2008. Rega Deficitária em Vinha – Critérios de Condução da Rega Compatíveis com a Qualidade da Produção. Relatório final do projecto FEOGA – Eixo Prioritário IV – PEDIZA II / Medida 4 / Acção 2.2, nº 2005.64.003787.4. Lisboa. 130 p.

Paranychanakis, N.V. , Aggelides, S., Angelakis, A.N. 2004. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on growth and yield of Sultanina grapevines. *Agricultural Water Management*, 69 (1): 13-27.

Pastori, G.M., Foyer, C.H. 2002. Common Components, NetWorks, and PathWays of Cross- Tolerance to Stress. The Central Role of “Redox” and Absciscic Acid-Mediated Controls. *Plant Physiology*, 129: 460-468.

Payan, J.C., García de Cortázar Atauri, I., Seguin, B. 2006. Ressource en eau et changement climatique : une problématique ? Les Entretiens Viti-Vinicoles Rhône-Méditerranée 2006, Gruissan, France.

Payan, J.C., Salançon, E., García de Cortázar Atauri, I., Jacquet, O. 2008. Changement climatique, évolution des rendements et irrigation. Les Entretiens Viti Vinicoles Rhône-Méditerranée 2008. France.

Prichard, T. L. 1992. Water relations of vine grapes. In Viticultural Practices. Ed. M. A. Walker & W. M. Kliewer, W. M. instructeurs. U. California. Davies. Spring. Pp.12-23

Prichard, T., 2003. Winegrape irrigation scheduling using deficit irrigation techniques. Winegrape Short Course. 19 p.

Ramos, M.C. 2005. Soil Water content and yield variability in vineyards of Mediterranean northeastern Spain affected by mechanization and climate variability. Hydrological Processes, 20 (11): 2271-2283.

Ramos, M.C., Martínez-Casasnovas, J.A. 2006. Impact of land levelling on soil moisture and runoff variability in vineyards under different rainfall distributions in a Mediterranean climate and its influence on crop productivity. Journal of Hydrology, 321: 131-146.

Reynier, A. 1986. Manual de Viticultura (2ª edição). Publicações Europa-América, Mem Martins, Portugal.

Reynolds, A.G., Naylor, A.P. 1994. "Pinot Noir" and "Riesling" grapevines respond to Water stress duration and soil Water holding capacity. Hortscience, 29: 1505-1510.

Reynolds, A., LoWrey, W., Tomek, L., Hakimi, J., de-Savigny, C. 2007. Influence of irrigation on vine performance, fruit composition, and Wine quality of Chardonnay in a cool, humid climate. Am. J. Enol. Vitic., 58 (2): 217-228.

Rizza, F.; Badeck, F. W.; cattivelli, O.; Lidestri, O.; Di Fonzo, N.; Stanca, A. M. (2004). Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. Crop.Sci. 44: 2127-2137.

Roux, F.A. 2005. Die Invloed van Spesifieke Grond en Klimaats Parameters op Wingerdprestatie, Wynkwaliteit en Karakter. MSc Agric thesis. Stellenbosch University, Stellenbosch.

Sampayo, M. (1991). Contribuição para o estudo do consumo da água e das relações hidroclimáticas da vinha – Vitis vinífera L., var. Tinta Roriz, na Região Demarcada do

Douro. Relatório Final de Estágio da Licenciatura em Engenharia Agrícola. UTAD, Vila Real.

Santesteban, L.G., Miranda, C., Royo, J.B., 2011. Regulated deficit irrigation effects on growth, yield, grape quality and individual anthocyanin composition in *Vitis vinifera* L. cv. 'Tempranillo'. *Agricultural Water Management* 98, 1171–1179.

Shahidian, S.; Serralheiro, R.P.; Teixeira, J.L.; Serrano, J.; Santos, F.L.; Guimarães, R.C. (2001). Utilização da equação de Hargreaves Samani para o cálculo da ETo em estufas. ICAAM, Dep. Eng. Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora. Departamento de Eng. Rural. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Sholander, P.F.; Hammel, H.T.; Bradstreet, E.D.; Hemmingen, A.E. (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148 (3668): 339-346.

Seguin, G. 1986. "Terroirs" and pedology of vine growing. *Experientia* 42: 861-873.

Seguin, G. (1988). Ecosystems of the great red wines produced in the maritime climate of Bordeaux, in: L. FULLER-PERRINE (ed.) *Proceedings of the Symposium on Maritime Climate Winegrowing*. Geneva, NY: Department of Horticultural Sciences, Cornell University. Somerville, C. and J. Briscoe. 2001. Genetic engineering and water. *Sci.*, 292: 2217.

S.M.N. (1965). O Clima de Portugal. Fascículo XV: Região Demarcada do Douro. Lisboa, Portugal; Serviço Meteorológico Nacional.

Santos, T.P., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L., Souza, C.R., Maroco, J.P., Pereira, J.S., Silva, J.R., Chaves, M.M. 2003. Partial rootzone drying: effects on growth and fruit quality of field-grown grapevines (*Vitis vinifera*). *Functional Plant Biology*, 30: 663-671.

Santos, T. P.; Lopes, C. M.; Rodrigues, M. L.; Souza, C. R.; Ricardo-da-Silva, J. M.; Maroco, J. P.; Pereira, J. S.; Chaves, M.M. (2007). Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. *Scientia Horticulturae*. 112:321-330.

- Satti, S.R., Jacobs, J.M. 2004. A GIS-based model to estimate the regionally distributed drought Water demand. *Agricultural Water Management*, 66: 1-13.
- Schultz, H.R. and M.A. Matthews. 1988. Vegetative growth distribution during water deficits in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Plant Physiol.* 15: 641--656.
- Schultz, H.R.; Matthews, M.A. (1993). Growth, osmotic adjustment and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits. *Crop Science*, 33: 287-294.
- Schultz, H.R. (1996). Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality. Acta Hort.* 427:251-266.
- Schultz H.R., 2000. Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6, 2--12.
- Schultz, H.R. 2003. Differences in hydraulic architecture account for nearisohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant, Cell and Environment*, 26: 1393--1405
- Selles, G.; Berger, A. (1990). Physiological indicators of plant water status as criteria for irrigation scheduling. *Acta. Hort.* 278:87--100.
- Shellie, K. 2006. Vine and Berry Response of Merlot (*Vitis vinifera* L.) to Differential Water Stress. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57 (4): 514-518
- Smart, R.E. 1974. Aspects of Water relations of the grapevine (*Vitis vinifera*). *Amer. J. Enol. Viticult.*, 25 (2): 84-91.
- Smart, R.E.; Coombe, B.G. (1982). Water relations of grapevines, p.137-196. In: T.T.Kozlowski (ed.). *Water deficit and plant growth*. Vol. 7. Academic Press, New York.
- Smart, R.E., Coombe, B. G. 1983. Water relations of grapevines. In: *Water Deficits and Plant Growth*, Kozlowski T.T. (ed.), pp. 137-196, Academic Press, New York.

Smart, R.E., Robinson, M.D. 1992. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. Winetitles, 2nd ed., Underdale, 89pp.

Smart, R., E. Schwass, A. Lakso, e L. Morano. 2006. Grapevine rooting patterns: A comprehensive analysis and a review. Am. J. Enol.Vitic. 57: 89-104.

SWeed, W.J., Morrison, J.C., Labavitch, J.M., MattheWs, M.A. 1990. Altered synthesis and composition of cell Wall of grape (*Vitis vinifera* L.) leaves during expansion and growTh-inhibiting Water deficits. Plant Cell Physiology 31 (4): 407-414.

Sibille, I.; Ojeda, H.; Prieto, J.; Maldonado, S.; Lacapere, J.N.; Carbonneau, A. (2007). Relation between the values of three pressure chamber modalities (midday leaf, midday stem and predawn water potential) of 4 grapevine cultivars in drought situation of the southern of France. Applications for the irrigation control. In: Proceedings of 15th international symposium of GESCO: 685–695.

Silvestre, J. M. Couto, (2003). Evapotranspiração e funcionamento hídrico em *Vitis vinifera* L. Tese para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agronómica, na Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

Silvestre, J.; Mota, T.; Arantes, F. (2006). Estratégias de rega para a região dos Vinhos Verdes “Apresentação de um caso estudo com a casta vinhão”; Disponível na WWW:<URL:http://www.vinhoverde.pt/pt/noticiasfrescas/jornadastecnicas/2006/JornadastecnicasAnoviticola2006/2_rega.pdf [Consultado 10Março 2015. 16h05m].

Silvestre, J.; Ferreira, I.; Pacheco, C.A.; Malheiro, A. 2007. Gestão da rega em vinha. Uma ferramenta para a optimização da qualidade e controle do crescimento vegetativo. Enologia, 49/50: 8-12.

Southey, J.M. e Archer, E. The effect of rootstock cultivar on grapevine root distribution and density. . In : The grapevine root and its environment . Ed. Van Zyl, J. L. Pretoria, South Africa: Viticultural and Oenological Research Institute, 1988, Cap. 5, p.57-73.

Souza, C.R., Maroco, J.P., Santos, T.P., Rodrigues, M.L., Lopes, C., Pereira, J.S., Chaves, M.M. 2005a. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit

irrigation in two grapevine cultivars. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106 (2-3): 261-274.

Stoll, M., Loveys, B., Dry, P. 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 51 (350): 1627-1634.

McCutchan, H.; Schakel, K.A. (1992). Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:607– 611.

Magalhães, N. (2008) *Tratado de Viticultura. A videira, a vinha e o terroir..* Chaves Ferreira Publicações, S.A. ISBN: 978-972-8987-15-2.

Magalhães, N. (2012) Rega da vinha, uma necessidade na região dos vinhos verdes? Comportamento fisiológico da videira face à rega Caso da região dos Vinhos verdes. Disponível WWW:<URL:http://www.vinhoverde.pt/pt/noticiasfrescas/jornadasTecnicas/2012/rega_vinha/comportamentoFisiologico.pdf [Consultado 11 Março 2015. 17h40m].

Malheiro, A. 2005. Microclimate, yield and Water-use of vineyards in the Douro Region, Portugal. Thesis submitted in total fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy, Cranfield University, Silsoe.

Matthews, M.A., Anderson, M.M., Schultz, H.R. 1987. Phenological and growth responses to early and late season Water deficits in “Cabernet Franc”. *Vitis*, 26: 147-169.

Matthews, M.A., Anderson, M.M. 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L. Responses to seasonal Water deficits. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 39 (4): 313-320.

Matthews, M.A., Anderson, M.M. 1989. Reproductive development in grape (*Vitis vinifera* L.): responses to seasonal Water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.*, 40 (1): 52-60.

Matthews, M.A., Ishii, R., Anderson, M.M., O’Mahony, M. 1990. Dependence of Wine sensory attributes on vine Water status. *J. Sci. Food Agri.*, 51: 321-335.

Matthews, M.A., Kriedemann, P.E. 2006. Water deficit, yield, and berry size as factors for composition and sensory attributes of red Wine. In: *Proceedings of the Australian*

society of viticulture and oenology 'Finishing the Job' - optimal ripening of Cabernet Sauvignon and Shiraz, Victoria, 9pp.

Medrano, H.; Escalona, J.M.; Bota, J.; Gullás, J.; Flexas, J. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: the interest of stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany*, 89: 895-905.

Medrano, H.; Escalona, J.M.; Cifre, J.; Bota, J.; Flexas, J. (2003). A ten-year on the physiology of two grapevine cultivars under field conditions: effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality. *Functional Plant Biology*. 30: 607-619.

Medrano, H.; Escalona, J.M.; Flexas, J. (2007). Indicadores integradores del estado hídrico de la planta. *Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid*, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 15-34, Madrid.

McCarthy M.G., 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3, 102–108.

Monteiro, A., Lopes, C.M. 2007. Influence of cover crop on Water use and performance of vineyard in Mediterranean Portugal. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121: 336–342.

Montero, F.J., Meliá, J., Brasa, A., Segarra, D., Cuesta, A., Lanjerib, S. 1999. Assessment of vine development according to available Water resources by using remote sensing in La Mancha, Spain. *Agricultural Water Management*, 40: 363-375

Morlat, R., Penavayre, M., Jacquet, A., Asselin, C., Lemaitre, C. 1992. Influence des terroirs sur le fonctionnement hydrique et la photosynthèse de la vigne en millésime exceptionnellement sec, (1990). Conséquence sur la maturation du raisin. *J. Int. Science de la Vigne et du Vin*, 26:197-220.

Morris, J.R., CaWthon, D.L. 1982. Effect of irrigation, fruit load, and potassium fertilization on yield, quality, and petiole analysis of concord (*Vitis labrusca* L.) grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 33 (3): 145-148.

Moutinho-Pereira, J.M. 2000. Caracterização fisiológica e agronómica de diferentes estratégias culturais para minimizar o stress estival em *Vitis vinifera* L. na Região Demarcada do Douro. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real.

Myburgh, P.A. 2003. Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to water deficits during various pre- and post-harvest phases under semi-arid conditions. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 24 (1): 25-33.

Nadal, M., Lampreave, M. 2007. Experiencias de riego en la D.O. Montsant. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 231-256, Madrid.

Naor, A., Wample, R.L., 1994. Gas exchange and Water relations of field-grown Concord (*Vitis labruscana* Bailey) grapevines. *Am. J. Enol. Viticult.* 45: 333–337.

Pacheco, C.M.A., 2008. Rega Deficitária em Vinha – Critérios de Condução da Rega Compatíveis com a Qualidade da Produção. Relatório final do projecto FEOGA – Eixo Prioritário IV – PEDIZA II / Medida 4 / Acção 2.2, nº 2005.64.003787.4. Lisboa. 130 p.

Paranychanakis, N.V. , Aggelides, S., Angelakis, A.N. 2004. Influence of rootstock, irrigation level and recycled Water on growth and yield of Sultanina grapevines. *Agricultural Water Management*, 69 (1): 13-27.

Patakas, A.; Noitsakis, B.; Stavrakas, D. (1997). Adaptation to seasonal drought in *Vitis vinifera* L. as affected by leaf age. *Vitis* 36 (1), 11–14.

Payan, J.C., García de Cortázar Atauri, I., Seguin, B. 2006. Ressource en eau et changement climatique : une problématique ? Les Entretiens Viti-Vinicoles Rhône-Méditerranée 2006, Gruissan, France.

Payan, J.C., Salançon, E., García de Cortázar Atauri, I., Jacquet, O. 2008. Changement climatique, évolution des rendements et irrigation. Les Entretiens Viti Vinicoles Rhône- Méditerranée 2008. France.

Prichard, T.; Hanson, B.; Schwankl, L.; Verdegaaal, P.; Smith, R. (2004) Deficit irrigation of quality winegrapes using micro-irrigation techniques. University of California

Cooperative Extension, Department of Land, Air and Water Resources. University of California Davies, April 2004.

Pereira, J. M. M. (2000). Caracterização fisiológica e agronómica de diferentes estratégias culturais para minimizar o stress estival em *Vitis vinifera* L. na Região Demarcada do Douro. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real.

Queiroz, J. (2002). Condução e relações rendimento qualidade de castas nobres do Douro. Tese de Mestrado, FCUP. Porto

Ojeda, H.; Andary, C.; Kraeva, E.; Carbonneau, A.; Deloire, A. (2002). Influence of Pre and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53(4): 261-267.

Ojeda, H. 2007. A Rega na Vinha – Estratégias e técnicas de monitorização. Vinideas, 12 de Junho de 2007, Pinhão, Portugal.

Oliveira, M.T. 2001. Modeling Water Content of a Vineyard Soil in the Douro Region, Portugal. *Plant and Soil*, 233: 213–221.

Oliveira, M.T. (1993). Plant water stress under low rainfall, high temperature summer conditions in Portugal. In: NATO/ASI Series, Interacting Stresses on Plants in a Changing Climate, Vol I – 16: 497 – 509. Jackson M. B.; Black, C.R. (eds.), Springer Verlag, Berlin.

Keller, M. 2005. Irrigation strategies of white and red grapes. *Vinidea.net*, wine technical journal, nº.7.

Kennedy, J.A., MattheWs, M.A., Waterhouse, A.L. 2002. Effect of Maturity and Vine Water Status on Grape Skin and Wine Flavonoids. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53 (4): 268-274.

Kliewer, W.M., Freedman, B.M., Hossom, C. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. *Am. J. Enol. Vitic.* 27: 55-61.

Kobriger, J.M., KlieWer, W.M., Lagier, S.T. 1984. Effects of Wind on Water relations of several grapevine cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35 (3): 164-169.

Koundouras, S., Van Leeuwen, C., Seguin, G., Glories, Y. 1999. Influence de l'alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zone méditerranéenne (exemple de Némée, Grèce, cépage Saint- Georges, 1997). *J. int. Sci. Vigne et Vin*, 33: 149-160.

Koundouras, S., Marinos, V., Gkouliti, A., Kotseridis, Y., Van Leeuwen, C. 2006. Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on Wine Phenolic and Aroma Components. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 5077-5086.

Koundouras, S., Tsialtas, I.T., Zioziou, E., Nikolaou, N., 2008. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status: leaf physiological and structural responses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128, p.86-96.

Kottek M; Jürgen Grieser; Christoph Beck; Bruno Rudolf e Franz Rubel (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Gebrüder Borntraeger.

Krauter, C. 2001a. Environmental factors that influence grapevine Water requirements. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 44-49.

Krauter, C. 2001b. Soil basics. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp 50-53.

Kriedemann, P.E.; Goodwin, I., 2003. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying: an overview of principles and applications. *Irrigation Insights*, 4, Land & Water. Australia.

Lissarrague, J.R., Baeza, P., Bartolomé, C., Ruiz, C. 1991. Le potentiel hydrique dans des différents systèmes de conduite. *Riv. Vitic. Enol.*, 4: 143-147.

Liu, W.T., Wenkert, W., Allen, L.H., Lemon, E.R. 1978. Soil-plant Water relations in a New York vineyard: Resistances to Water movement. J.Am. Soc. Hort. Sci., 103: 226-230.

Leonard, J., Andrieux, P. 1998. Infiltration characteristics of soils in Mediterranean vineyards in Southern France. CATENA, 32 (3-4): 209-223.

Lopes, C.M. 1994. Influência do sistema de condução no microclima do coberto, vigor e produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.). Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 205 pp.

Lopes, C. (2008). Rega da vinha. 13 p. I Conferências da Tapada. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.

Lopes, C.; Pacheco, C.; Vicente-Paulo, J.; Rodrigues, M.L. (1998). Interesse do potencial hídrico foliar de base como indicador da actividade fisiológica da videira. Actas 4º Simp. Vitivinicultura do Alentejo, ATEVA/CVRA (ed.), Évora Vol. 1: 99-105.

Lopes, J., Eiras-Dias, J.E., Abreu, F., Clímaco, P., Cunha, J.P., Silvestre, J. 2008. Exigências térmicas, duração e precocidade de estados fenológicos de castas da colecção ampelográfica nacional. Ciência Téc. Vitiv., 23 (1): 61-71.

Lovisolo, C. and A. Schubert. 1998. Effects of water stress on vessel size and xylem specific hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. J. Exp. Bot. 49:693–700.

Lovisolo, C., W. Hartung e A. Schubert, 2002. "Whole-Plant Hydraulic Conductance and Root- to-Shoot Flow of Abscissic Acid Are Independently Affected by Water Stress in Grapevines," Functional Plant Biology, Vol. 29, No. 11, pp. 1349-1356.

Lovisolo, C.; Perrone, I.; Carra, A.; Ferrandino, A.; Flexas, J.; Medrano, H.; Schubert, A. (2010). Drought induced changes in development and function of grapevine (*Vitis* spp.) organs and in their hydraulic and non hydraulic interactions at the whole plant level: a physiological and molecular update. Funct. Plant Biol. 37: 98-116.

Ramos, M.C. 2005. Soil Water content and yield variability in vineyards of Mediterranean northeastern Spain affected by mechanization and climate variability. *Hydrological Processes*, 20 (11): 2271-2283.

Reynolds, A.G., Naylor, A.P. 1994. "Pinot Noir" and "Riesling" grapevines respond to Water stress duration and soil Water holding capacity. *Hortscience*, 29: 1505-1510.

Reynolds, A., LoWrey, W., Tomek, L., Hakimi, J., de-Savigny, C. 2007. Influence of irrigation on vine performance, fruit composition, and Wine quality of Chardonnay in a cool, humid climate. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58 (2): 217-228.

Roby, G., MattheWs, M.A. 2004. Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines groWn in a vineyard either Well irrigated or under Water deficit. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10: 74–82.

Rodrigues, M. L., Santos, T. P., Rodrigues, A. P., Souza, C. R. , Lopes, C. M., Maroco, J. P., Pereira, J. S.e Chaves, M. M., 2008. "Hydraulic and Chemical Signalling in the Regulation of Stomatal Conductance and Plant Water Use in Field Grapevines Growing under Deficit Irrigation," *Functional Plant Biology*, Vol. 35, No. 7, pp. 565- 579.

Riou, C. 1994. Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: Application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté Européenne. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Agriculture Series, 322pp., Luxembourg.

Tardieu, F. e Simonneau, T., 1998. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours. *Journal of Experimental Botany* 49:419-423.

Thomas, T.R., MattheWs, M.A., Shackel, K.A. 2006. Direct in situ measurement of cell turgor in grape (*Vitis vinifera* L.) berries during development and in response to plant Water deficits. *Plant, Cell and Environment*, 29: 993–1001

Toumi, I., M'Sehli, W., Bourgou, S., Jallouli, N., Bensalem-Fnayou, A., Ghorbel, A., Mliki, A., Response of ungrafted and grafted grapevine cultivars and rootstocks (*Vitis* sp.) to water stress. *Journal International des Sciences la Vigne et du Vin*, 41, p.85-93, 2007.

Trambouze, W., Bertuzzi, P., Voltz, M. 1998. Comparison of methods for estimating actual evapotranspiration in a row-cropped vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91: 193-208.

Van Leeuwen, C., Seguin, G. 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin, *Vitis vinifera* variété Cabernet Franc, Saint-Emilion (1990). *J. Int. Science de la Vigne et du Vin*, 28: 81-110

Van Leeuwen, C., Trégoat, O., Choné, X., Jaeck, M.E., Rabusseau, S., Gaudillère, J.-P., 2003. Le suivi du régime hydrique de la vigne et son incidence sur la maturation du raisin. *Bull de l'O.I.V.*, 76 (867-868): 369-379.

Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Trégoat, O., Koundouras S., Dubourdieu, D. 2004. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55 (3): 207-217.

Van Leeuwen, C. e Seguin, G., 2006. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17 (1): 1–10.

Van Leeuwen, C., Trégoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D. & Gaudillère, J. P., 2009. Vine Water Status Is A Key Factor in Grape Ripening and Vintage Quality for Red Bordeaux Wine. How Can It be Assessed for Vineyard Management Purposes? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 43:121-134.

Van Zyl, J. L., 1988. Response of grapevine to soil water regimes and irrigation systems. In: *The grapevine root and its environment*. Ed. VAN ZYL, J. L. Pretoria: Department of Agriculture and Water Supply, p. 30-43.

Vicente-Paulo, J., Laureano, O., Barroso, J., Lopes, C. 2001. A rega e a composição do bago à vindima, num solo derivado de xisto: casta Aragonez. *Actas V Simpósio da Vitivinicultura*. Évora.

Wample, R. 2001. Grapevine water relations. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 62-70.

Wample, R. 2001a. Grapevine Water relations. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 62-70.

Wample, R. 2001b. Irrigation Management Strategies: Partial Root Zone Drying and Regulated Deficit Irrigation. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 71-75.

Williams, L. E. e Smith, R. J., 1991. The effect of rootstock on the portioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of Cabernet Sauvignon grapevines. *American Journal for Enology and Viticulture*, v.42, n.2, p.118-122.

Williams, L.E.; Dokoozlian, N.K.; Wample, R.L. (1994). Grape, p.83-133. In: B. Shaffer and P.C. Anderson (eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Vol. 1. Temperate crops. CRC Press, Orlando, Fla.

Williams, L.E. 2001. The effect of trellis type and canopy size on grapevine water requirements. 2001 Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp 77-83.

Williams L.E. e Baeza P. 2007. Relationships among ambient temperature and vapor pressure deficit and leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 58: 173–181.

Williams, L.E. e Trout, T.J. (2005). Relationships among vine- and soil-based measures of water status in a Thompson Seedless vineyard in response to high-frequency drip irrigation. *Am. J. Enol. Vitic.* 56 (4): 357-366.

Winkler, A.J., Cook, J.A., KlieWer, W.M., Lider, L.A. 1974. *General Viticulture*. Univ.California Press, California

Winkell, T.; Rambal, S. (1993). Influence of water stress on grapevines growing in the field: From leaf to whole-plant response. *Austral. J. Plant Physiol.* 20:143-157.

Wheaton, A.D., McKenzie, B.M., Tisdall, J.M. 2008. Management to increase the depth of soft soil improves soil conditions and grapevine performance in an irrigated vineyard. *Soil and Tillage Research*, 98 (1): 68-80.

Yunusa, I. A. M., Walker R.R., Blackmore D.H. 1997. Characterisation of water use by Sultana grapevines (*Vitis vinifera* L.) on their own roots or on Ramsey rootstock drip-irrigated with water of different salinities. *Irrig. Sci.*, 17: 77-86.

Yuste, J. 2007. Efectos de la forma de conducción del viñedo en el régimen hídrico y en la respuesta agronómica. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 117-144, Madrid

Yuste, J., Pérez, M.A., Barajas, E. 2007. Efectos de la densidad de plantación en el régimen hídrico del viñedo. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid, Editorial Agrícola Española S.A., pp. 147-166, Madrid.

Zufferey, V., Maigre, D. 2007. Age de la vigne. I. Influence sur le comportement physiologique des souches. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 39 (4): 257-261.

Zufferey, V.; Murisier, F. (2007). Assessment of plant hydraulics in grapevine on various “terroirs” in the canton of Vaud (Switzerland). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 41 (2): 95-102.

SITES CONSULTADOS

MAMAOT, DRAP Algarve (2011). Estados fenológicos da vinha (segundo B aggiolini).

Disponível WWW:<URL:http://www.drapalg.minagricultura.pt/downloads/servicos/Avisos_agricolas/Fenologia_Vinha.pdf

Acedido a 17 de Setembro de 2015

<http://www.infovini.com/pagina.php?codNode=18094#tab0>

Acedido a 15 de Março de 2015

Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto, I. P., (2015) – IVDP, IP.

(<http://www.ivdp.pt>). Acedido em 26 de Março de 2015.

<https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>

Instituto da Vinha e do Vinho (2015) – IVV.

(<http://www.ivv.min-agricultura.pt>). Acedido em 28 de Abril de 2015.

Mesquita, J. A. (2006). Uma Região com História.

Acedido em 30 de Março de 2015.

<http://douro-250-anos.blogspot.pt/2006/09/uma-regio-com-histria.html>

Acedido a 26 Novembro de 2015

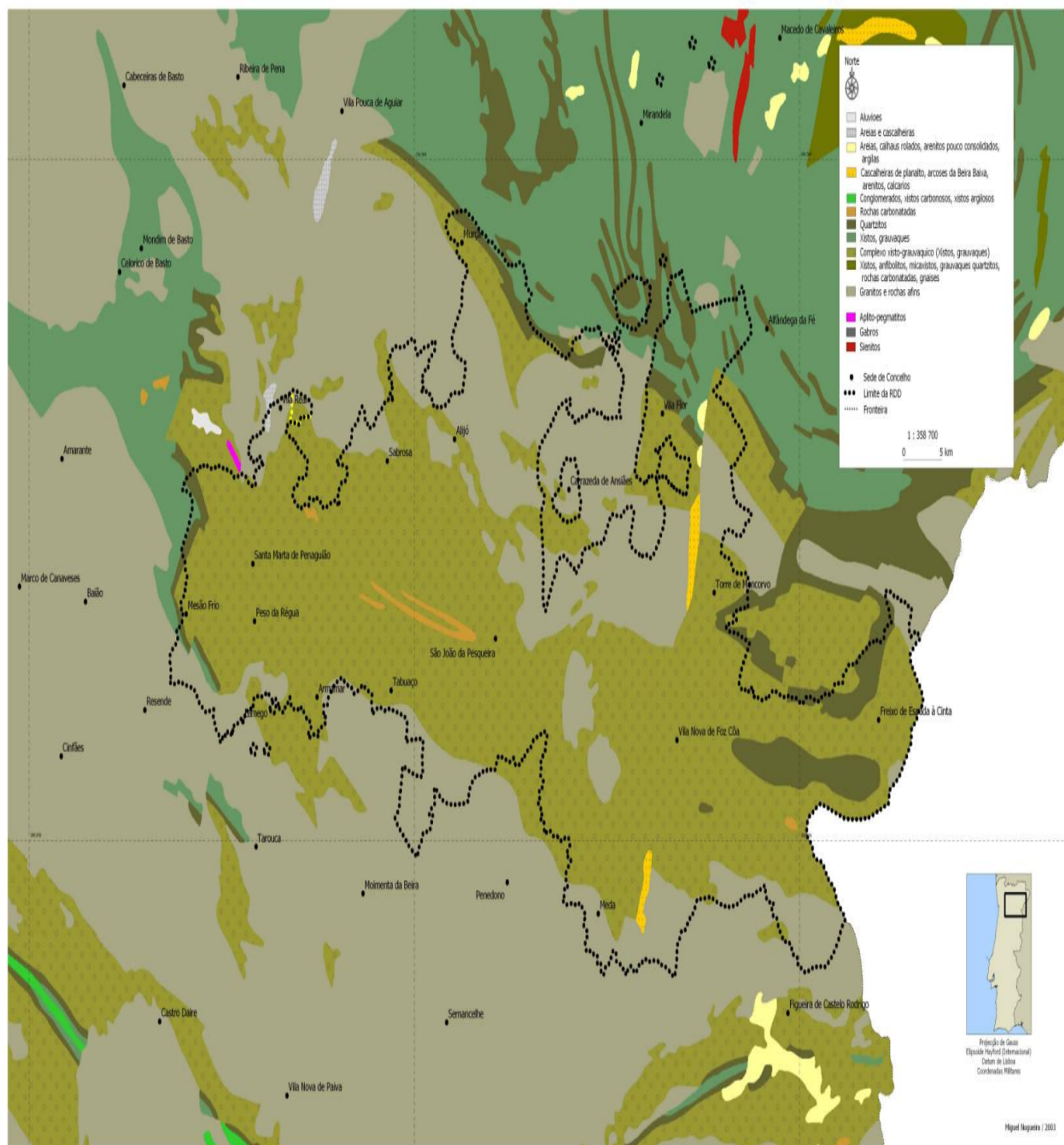
<http://www.advid.pt/>

ANEXOS

Anexo 1 – Litologia da Região Demarcada do Douro

(Fonte: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>)

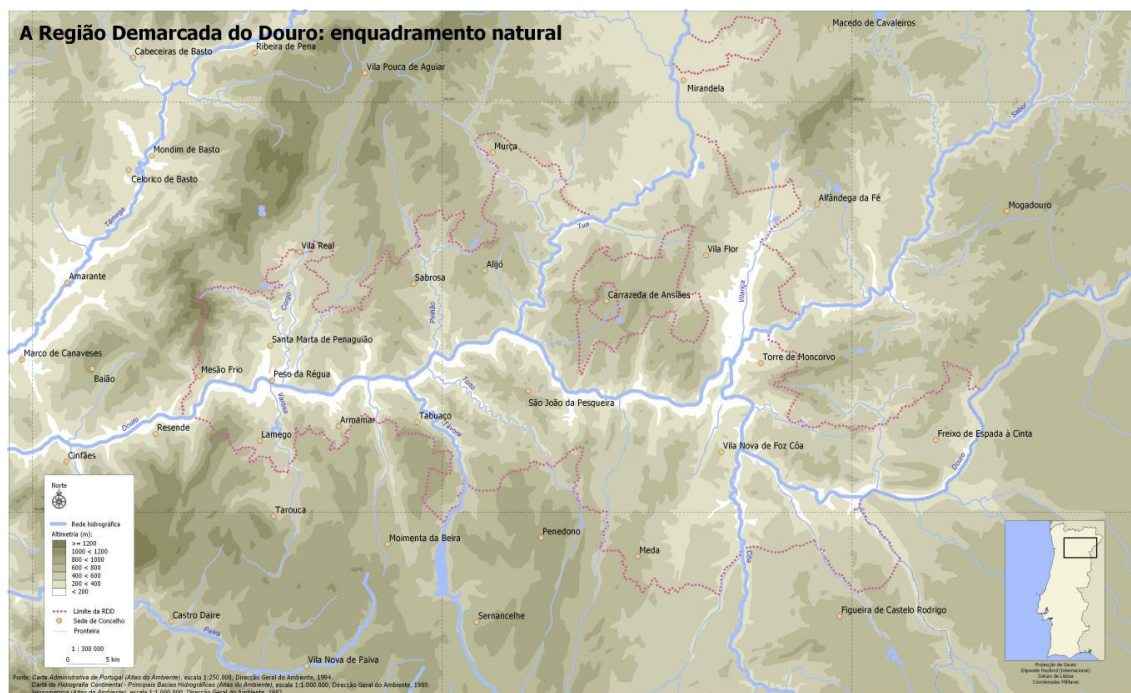
Litologia da Região Demarcada do Douro



Fonte: Litologia (Atlas do Ambiente), escala 1:1.000.000, A. M. Soares da Silva, Direcção Geral do Ambiente, 1982.
Carta Administrativa de Portugal (Atlas do Ambiente), escala 1:250.000, Direcção Geral do Ambiente, 1994.

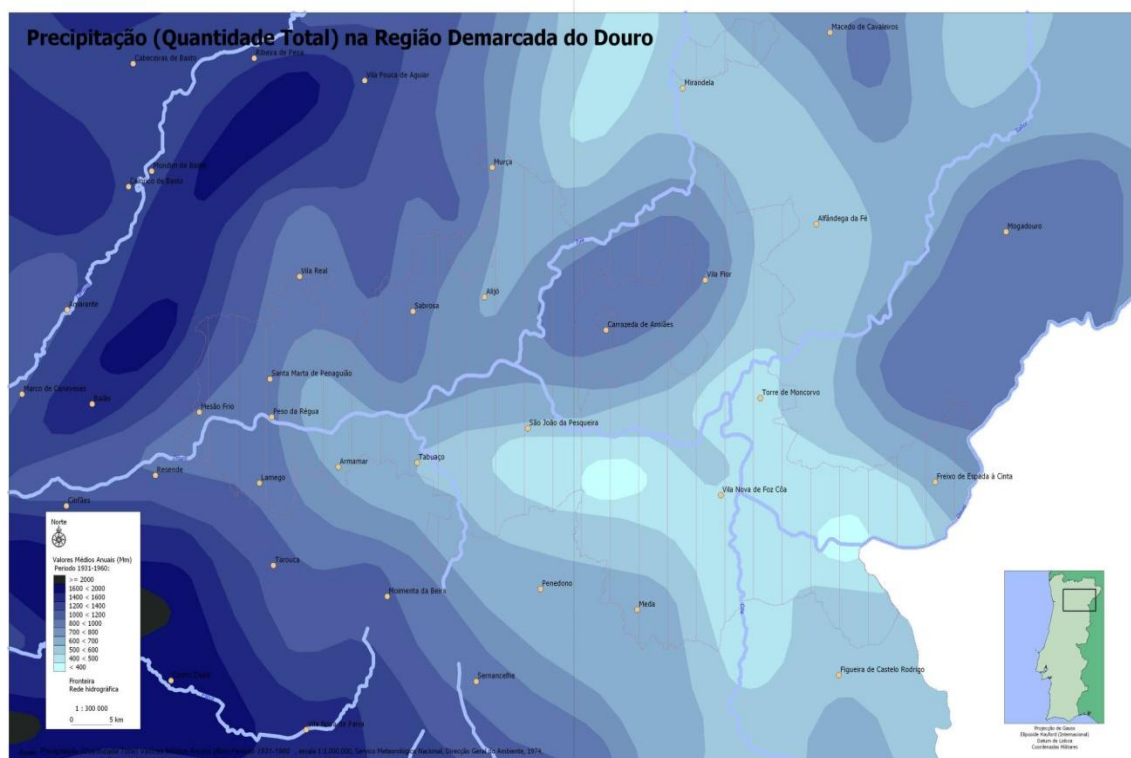
Anexo 2 – A região Demarcada do Douro – enquadramento natural.

(Fonte: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>)



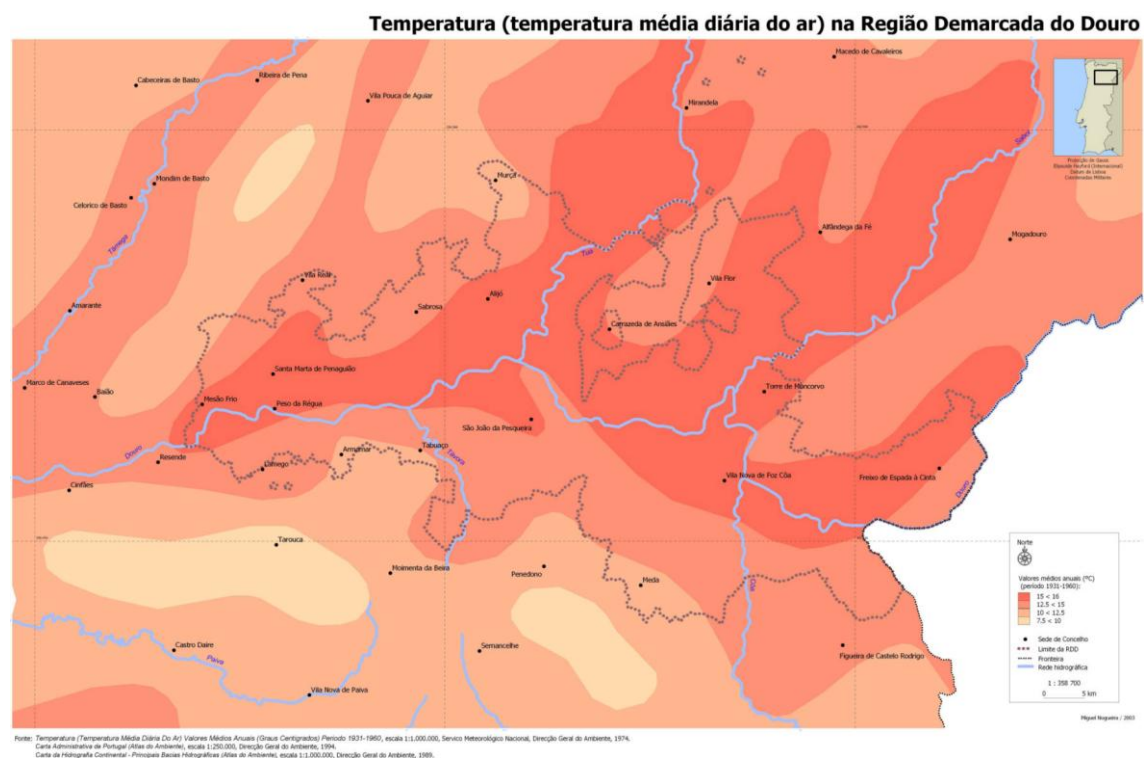
Anexo 3 – Precipitação (quantidade total) na Região Demarcada do Douro.

(Fonte: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>)



Anexo 4 – Temperatura média diária do ar na Região Demarcada do Douro.

(Fonte: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16&codSeccao=4&idioma=0>)



Anexo 5 - Estados fenológicos da vinha segundo a escala de M. Baggiolini.

(Fonte: MAMAOT, DRAPA Algarve (2011). Estados fenológicos da vinha (segundo Baggiolini).

Disponível WWW: <URL: http://www.drapalg.minagricultura.pt/downloads/servicos/Avisos_agricolas/Fenologia_Vinha.pdf



A – Gomo de Inverno



B – Gomo de algodão



C – Ponta verde



D – Saída das folhas



E – Folhas livres



F – Cachos visíveis



G – Cachos separados



H – Botões florais separados



I – Floração



J – Alimpa



K – Bago de ervilha



L – Cacho fechado



M – Pintor



N – Maturação

Anexo 6 – Fotografias com alguns dos estados fenológicos da casta Touriga Franca segundo a escala M. Baggiolini.



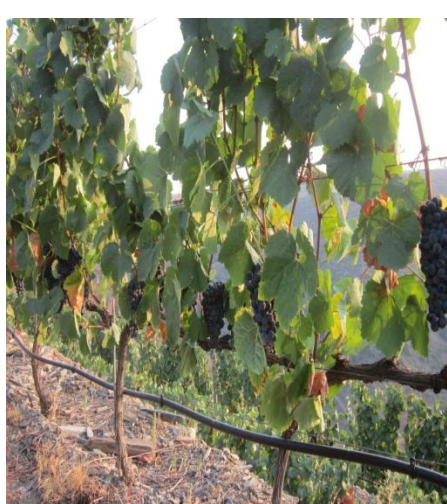
Estado fenológico H - Botoes florais separados



Estado fenológico K – Bago de ervilha

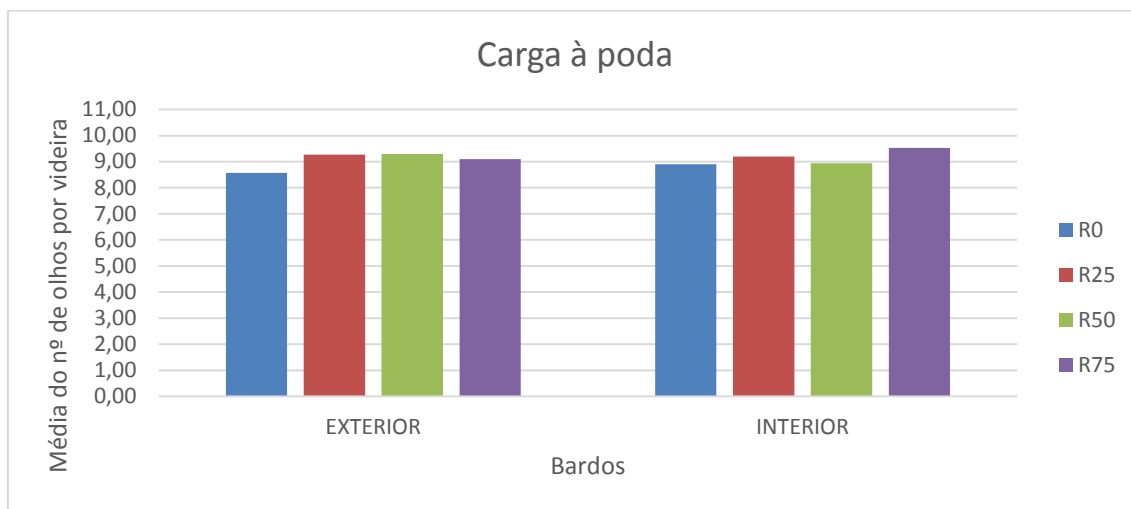


Estado fenológico M – Pintor

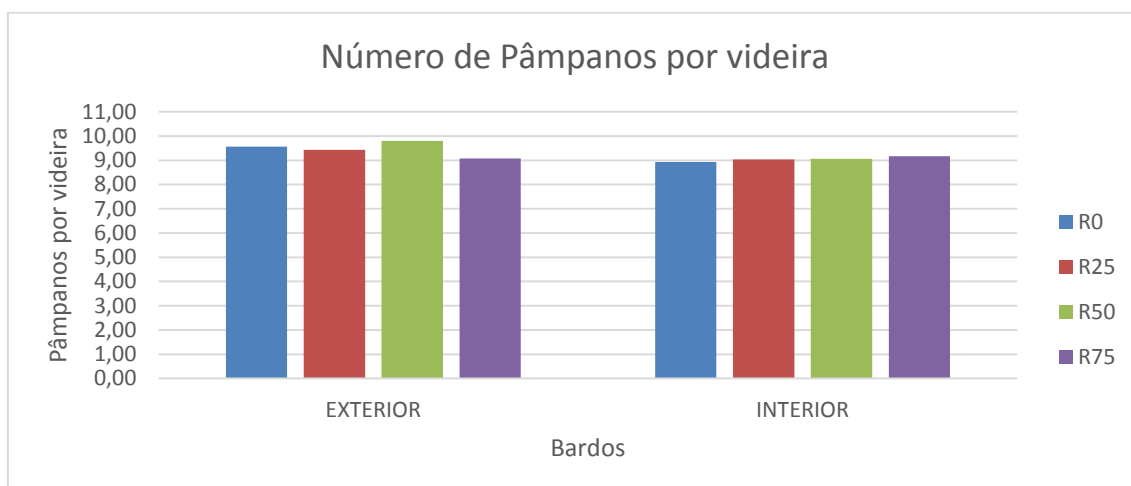


Estado fenológico N - Maturação

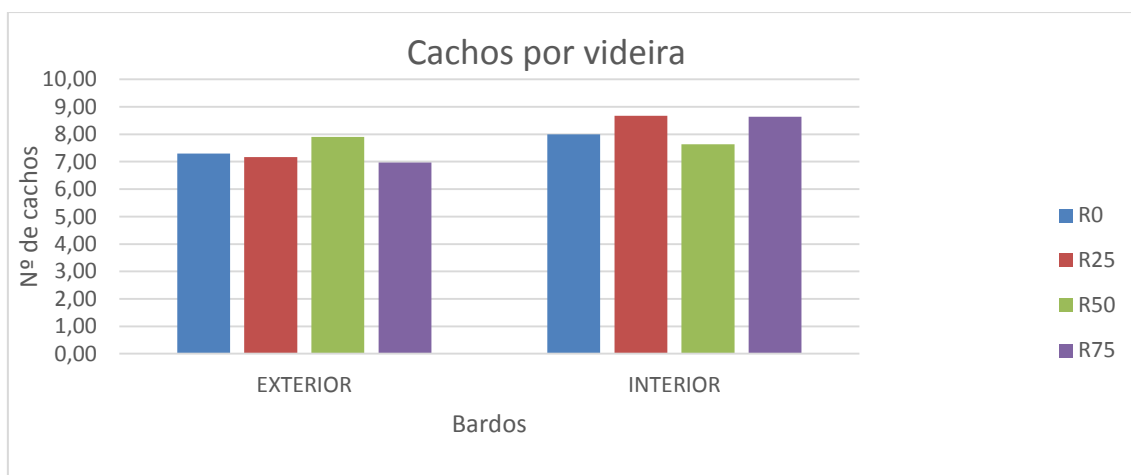
Anexo 7 – Carga à poda nas diferentes modalidades de rega e bardos.



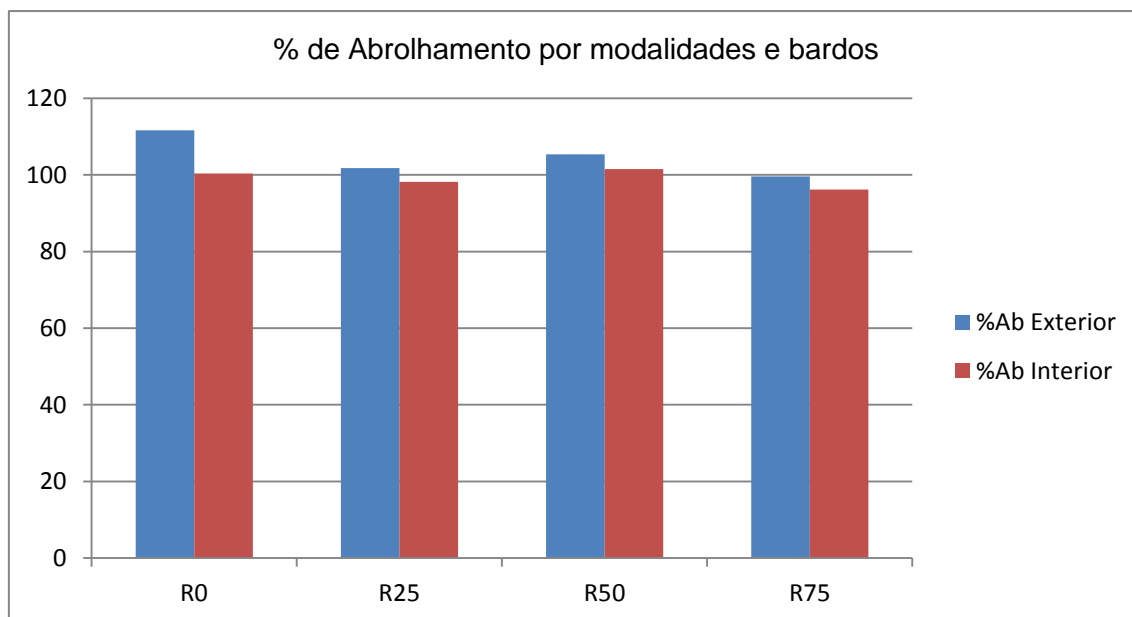
Anexo 8 – Número de pâmpanos por videira nas diferentes modalidades de rega e bardos.



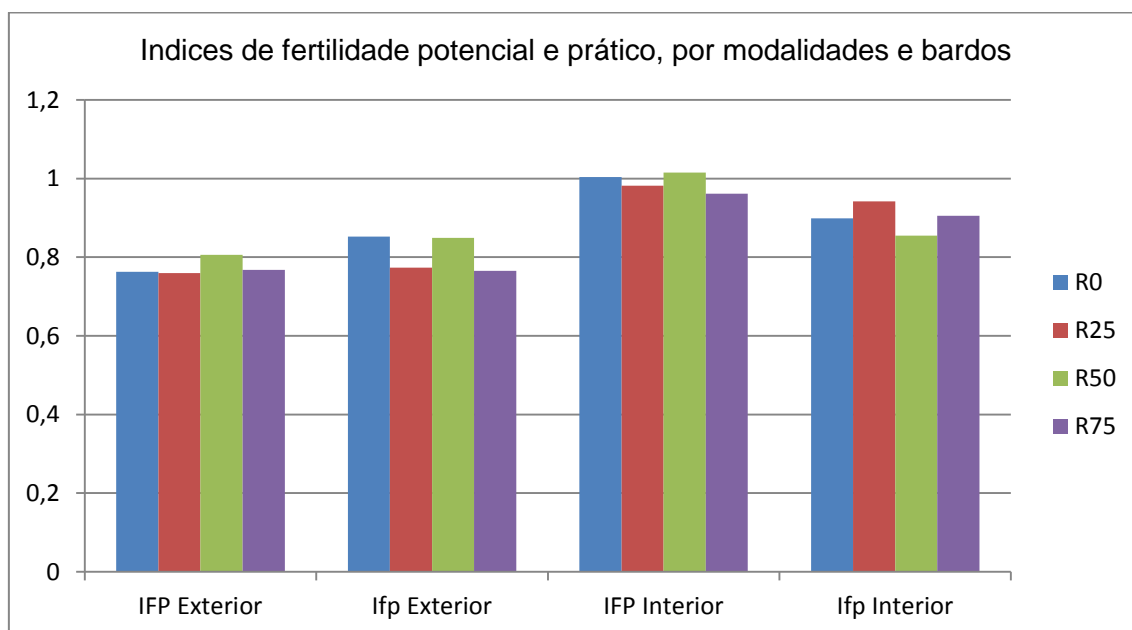
Anexo 9 – Cachos por videira nas diferentes modalidades de rega e bardos.



Anexo 10 – % de abrolhamento por modalidades e bardos.



Anexo 11 – Índices de fertilidade potêncial e prático por modalidades e bardos.



Anexo 12 – Valores do potencial hidrico de base obtidos em trabalho de campo.

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Videira	9-jun	23-jun	09-jul	23-jul	05-ago	10-ago	20-ago	03-set
Touriga Franca	1 R0	Ext	1		-5,5	-6	-7,5	-10,5	-18	-14,5	-8	-16
Touriga Franca	1 R0	Ext	2		-4,5	-6	-6,5	-10,5	-19	-17	-10	-16
Touriga Franca	1 R0	Int	1		-3	-6	-6	-6	-12	-10,5	-7	-13
Touriga Franca	1 R0	Int	2		-4	-4	-6	-12	-11	-15	-6	-13
Touriga Franca	1 R25	Ext	1		-5	-6	-6	-7,5	-14	-10	-6,5	-10,5
Touriga Franca	1 R25	Ext	2		-4	-5,5	-6	-8	-12,5	-9,5	-6,5	-8
Touriga Franca	1 R25	Int	1		-4	-5	-6,5	-5	-13	-9	-8	-9,5
Touriga Franca	1 R25	Int	2		-4	-5,5	-5,5	-7	-10	-8	-8	-10
Touriga Franca	1 R50	Ext	1		-4,5	-4,5	-6,5	-8,5	-12,5	-7	-9,5	-9,5
Touriga Franca	1 R50	Ext	2		-5	-5	-6,5	-10	-14	-10	-10	-8,5
Touriga Franca	1 R50	Int	1		-4,5	-5	-7	-8	-10	-7	-7	-7,5
Touriga Franca	1 R50	Int	2		-3	-4,5	-5,5	-7	-13,5	-9	-8	-7
Touriga Franca	1 R75	Ext	1		-4	-4	-5	-7	-10	-10	-8,5	-10
Touriga Franca	1 R75	Ext	2		-4	-5	-6	-7,5	-10,5	-10,5	-8,5	-8,5
Touriga Franca	1 R75	Int	1		-4,5	-3,5	-5,5	-5,5	-7	-9,5	-7,5	-8
Touriga Franca	1 R75	Int	2		-3	-4,5	-6	-8	-8	-10	-8	-7,5
Touriga Franca	2 R0	Ext	1		-5,5	-4,5	-7	-6,5	-14	-12	-9	-11
Touriga Franca	2 R0	Ext	2		-5	-4,5	-6	-7	-10,5	-9	-7,5	-8,5
Touriga Franca	2 R0	Int	1		-4	-4	-6,5	-6,5	-11,5	-6,5	-7,5	-8,5
Touriga Franca	2 R0	Int	2		-3	-3	-7	-10	-11,5	-8	-7	-8
Touriga Franca	2 R25	Ext	1		-4	-5	-5	-10	-14	-11,5	-10	-11,5
Touriga Franca	2 R25	Ext	2		-4	-5,5	-6	-11	-12	-8,5	-9,5	-12
Touriga Franca	2 R25	Int	1		-4,5	-5	-5	-8	-11	-11,5	-8	-8
Touriga Franca	2 R25	Int	2		-4	-4,5	-6,5	-7,5	-12,5	-8	-9	-7,5
Touriga Franca	2 R50	Ext	1		-4,5	-4	-6	-8,5	-13	-9	-10	-11
Touriga Franca	2 R50	Ext	2		-4,5	-6	-5,5	-9,5	-14	-11	-10	-10
Touriga Franca	2 R50	Int	1		-3,5	-3,5	-5	-8,5	-9,5	-8	-7	-9,5
Touriga Franca	2 R50	Int	2		-3,5	-4	-5,5	-8	-12	-7	-7	-9,5
Touriga Franca	2 R75	Ext	1		-4	-5	-5,5	-6	-12	-8	-10	-7,5
Touriga Franca	2 R75	Ext	2		-4,5	-4	-6	-7	-11,5	-7,5	-8	-7
Touriga Franca	2 R75	Int	1		-4	-6	-6,5	-9	-12,5	-7,5	-9	-7
Touriga Franca	2 R75	Int	2		-3,5	-4	-6,5	-6,5	-9,5	-8,5	-8	-8
Touriga Franca	3 R0	Ext	1		-5	-5	-6	-6,5	-11,5	-8	-8	-7,5
Touriga Franca	3 R0	Ext	2		-4,5	-4	-6	-5,5	-10	-11	-7,5	-7,5
Touriga Franca	3 R0	Int	1		-4	-3,5	-6,5	-6,5	-9,5	-9	-6,5	-9,5
Touriga Franca	3 R0	Int	2		-3	-3	-7	-7,5	-12	-10	-7	-10
Touriga Franca	3 R25	Ext	1		-4,5	-4,5	-7	-5,5	-8	-10	-7	-8,5
Touriga Franca	3 R25	Ext	2		-5	-4,5	-6	-9	-11	-10	-7,5	-9
Touriga Franca	3 R25	Int	1		-4	-3,5	-7	-5	-8,5	-9	-6,5	-10
Touriga Franca	3 R25	Int	2		-3,5	-4	-6	-6	-11,5	-10,5	-5	-9
Touriga Franca	3 R50	Ext	1		-4	-4	-6,5	-5,5	-8	-10	-8	-10
Touriga Franca	3 R50	Ext	2		-5	-3	-6	-5	-11	-9	-8	-9
Touriga Franca	3 R50	Int	1		-4,5	-4	-6	-6	-8	-9,5	-7	-9,5
Touriga Franca	3 R50	Int	2		-5	-3	-6	-7,5	-10	-9	-7,5	-9,5
Touriga Franca	3 R75	Ext	1		-4,5	-4	-5,5	-5	-10,5	-11	-9,5	-7
Touriga Franca	3 R75	Ext	2		-4,5	-4,5	-6,5	-7	-10,5	-8	-6,5	-9,5
Touriga Franca	3 R75	Int	1		-3,5	-4,5	-6,5	-6	-9	-7,5	-5,5	-7,5
Touriga Franca	3 R75	Int	2		-5	-3	-6	-5	-11	-6	-7	-7

Anexo 13 – Valores das trocas gasosas ao nível dos estomas (IRGA) obtidos em trabalho de campo

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	A	E	Gs	Tch	Tleaf
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	10h	8,27	0,91	0,02	26,8	30,27
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	10h	11,88	1,68	0,04	28	32,91
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	10h	12,4	1,4	0,03	28,6	34,37
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	10h	12,27	1,83	0,04	29	32,96
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	10h	10,51	1,43	0,03	30,6	35,08
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	10h	13,47	2,12	0,04	30,9	36,4
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	10h	5,04	0,84	0,01	32	37,73
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	10h	7,98	1,19	0,02	32,1	36,19
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	10h	6,17	0,71	0,01	32,8	37,52
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	10h	8,47	1,34	0,02	33,5	36,65
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	10h	14,48	2,75	0,05	34	36,8
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	10h	13,57	3,46	0,04	34,2	37,02
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	10h	6,54	1,18	0,02	34,5	39,33
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	10h	11,69	2,52	0,04	34,9	38,29
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	10h	4,05	0,79	0,01	35,2	40,11
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	10h	9,85	1,8	0,03	35,5	38,09
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	10h	11,33	2,17	0,04	35,2	38,09
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	10h	5,73	1,33	0,02	35,3	39,23
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	10h	12,11	2,3	0,04	35,4	38,29
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	10h	11,6	2,49	0,04	35,8	38,58
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	10h	10,71	1,86	0,03	35,9	38,6
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	10h	3,63	0,86	0,01	36,2	40,83
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	10h	14,16	2,98	0,05	36,4	37,52
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	10h	13,22	2,74	0,04	36,5	38,91
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	14h	3,14	1,16	0,01	39	40,88
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	14h	1,84	1,42	0,01	39,9	43,95
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	14h	1,46	1,06	0	40,4	45,05
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	14h	2,69	1,06	0	40,4	45,21
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	14h	1,17	1,58	0,01	41,4	47,74
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	14h	3,88	3,2	0,03	42	45,6
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	14h	0,72	1,43	0,01	42,2	46,61
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	14h	0,49	0,82	0	42,2	47,45
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	14h	1,7	1,75	0,02	42	45,99
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	14h	1,55	2	0,02	42,1	45,6
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	14h	1,6	2,4	0,02	42,6	47,45
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	14h	2,89	3,29	0,03	42,7	46,72
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	14h	2,12	2,84	0,02	42,7	46,66
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	14h	0,62	1,42	0,01	42,8	47,23
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	14h	1,26	2,86	0,02	42,8	45,93
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	14h	1,23	2,29	0,05	42,9	47,91
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	14h	7,54	4,34	0,04	39,1	41,43
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	14h	5,11	3,5	0,01	39,2	41,38
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	14h	1,07	1,15	0,02	39,6	43,14
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	14h	2,41	2,47	0,02	40,1	43,9
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	14h	2,49	2	0,02	40,4	45,16
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	14h	0,61	2,44	0,02	41,4	45,49
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	14h	1,67	2,29	0,02	41,6	43,14
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	14h	1,38	2,75	0,02	41,8	46,83
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	17h30	4,57	2,11	0,02	38,6	42,17
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	17h30	5,78	2,76	0,03	38,9	42,17
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	17h30	1,6	0,88	0,01	39	42,17
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	17h30	6,61	3,05	0,04	39	42,17
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	17h30	1,62	1,02	0,01	38,9	42,17
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	17h30	4,15	3,11	0,03	39,2	42,17
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	17h30	1,44	1,21	0,01	39,2	42,17
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	17h30	1,1	1,22	0,01	39	42,17
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	17h30	1,67	1,3	0,02	38,8	42,17
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	17h30	2,65	1,72	0,02	38,5	42,17

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	A	E	Gs	Tch	Tleaf
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	17h30	6,88	3,93	0,05	38,6	42,17
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	17h30	4,81	2,78	0,03	38,8	42,17
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	17h30	4,64	2,05	0,03	38,4	42,17
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	17h30	2,23	1,62	0,02	38,3	42,17
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	17h30	3,17	1,82	0,02	38,2	42,17
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	17h30	3,06	1,6	0,02	38	42,17
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	17h30	3,16	1,8	0,02	37,2	42,17
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	17h30	3,46	2,05	0,02	37,1	42,17
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	17h30	3,3	1,26	0,01	37,2	42,17
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	17h30	2,11	1,13	0,01	37	42,17
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	17h30	4,23	1,97	0,02	36,8	42,17
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	17h30	5,44	2,69	0,04	36,9	42,17
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	17h30	7,48	3,4	0,04	36,9	42,17
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	17h30	4,89	2,45	0,03	37	42,17
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	10h	5,15	1,25	0,04	23,4	24,38
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	10h	1,88	1,77	0,06	24,25	24,14
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	10h	9,33	2,03	0,06	26,7	27,55
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	10h	3,41	0,9	0,02	28	29,38
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	10h	7,69	1,36	0,03	28,7	29,33
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	10h	13,1	2,16	0,05	29,1	29,78
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	10h	3,16	0,81	0,02	29,8	32,21
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	10h	3,64	0,91	0,02	30,3	31,72
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	10h	7,08	1,24	0,04	30,8	31,77
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	10h	2,57	0,73	0,03	30,8	30,82
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	10h	11,52	1,72	0,02	30,9	31,12
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	10h	9,5	1,56	0,02	31	32,1
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	10h	4,8	1,13	0,02	32	35,63
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	10h	3,86	0,76	0,02	32,4	32,66
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	10h	5,63	1,07	0,02	32,9	34,27
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	10h	4,19	1,36	0,02	33,3	34,37
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	10h	7,22	1,88	0,04	32,9	33,42
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	10h	4,66	1,32	0,03	32,9	33,37
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	10h	5,74	1,04	0,02	32,9	33,87
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	10h	7,13	1,33	0,02	32,9	34,32
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	10h	8,29	1,76	0,03	33,2	34,82
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	10h	3,95	1,02	0,02	33,3	36,5
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	10h	11,87	2,48	0,05	33,3	34,17
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	10h	14,33	2,39	0,05	33,3	33,67
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	14h	0,25	0,43	0	38	39,07
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	14h	3,4	1,58	0,02	39	43,8
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	14h	0,64	2,59	0,03	39,9	42,55
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	14h	1,32	2,65	0,03	42,5	43,6
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	14h	0,44	2,09	0,02	42	41,4
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	14h	0,09	1,6	0,01	42,3	43,6
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	14h	0,59	1,44	0,02	41,8	41,6
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	14h	0,45	1,83	0,02	41,6	42
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	14h	0,14	1,14	0,01	39,9	40,1
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	14h	0,12	0,86	0	39,9	40,3
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	14h	5,6	2	0,02	40	40
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	14h	1,79	2,88	0,03	40,5	40,5
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	14h	0,42	1,22	0,01	39,7	40,2
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	14h	2,07	2,87	0,03	39,7	40,2
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	14h	2,21	3,37	0,04	39,7	40,4
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	14h	0,97	1,96	0,05	39,6	40,4
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	14h	3,82	4,4	0,05	39	39,1
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	14h	6,1	5,75	0,07	39,2	39,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	14h	1,55	1,94	0,02	38,9	38,7
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	14h	1,15	2,14	0,02	38,5	38,9
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	14h	1,62	1,76	0,02	38,4	38,8

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	A	E	Gs	Tch	Tleaf
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	14h	1,08	1,52	0,02	38,3	38,9
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	14h	3,15	3,49	0,04	38,3	38,5
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	14h	3,15	3,75	0,04	38,3	38,9
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	17h30	3,5	2,1	0,02	37,7	40,64
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	17h30	0,63	1,46	0,01	38,1	40,9
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	17h30	0,92	1,4	0,02	38,2	39,69
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	17h30	1,22	1,54	0,01	38,6	42,66
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	17h30	1,4	0,85	0	37	39,65
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	17h30	0,35	0,59	0	37,2	40,64
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	17h30	0,18	0,59	0	37,6	40,85
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	17h30	1,48	1,27	0,01	37,8	40,48
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	17h30	1,17	1,11	0,01	37,3	40,22
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	17h30	0,67	0,61	0	37,5	40,8
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	17h30	6,83	4,3	0,05	37,7	39,33
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	17h30	4,15	2,92	0,03	37,7	39,33
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	17h30	3,07	1,9	0,02	37,8	39,12
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	17h30	1,89	0,83	0,02	37,9	39,85
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	17h30	0,41	0,15	0	37,9	39,49
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	17h30	0,32	1,01	0,01	38	40,95
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	17h30	1,36	1,2	0,01	36,8	38,6
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	17h30	1,09	0,89	0,01	36,8	38,71
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	17h30	0,63	0,49	0	36,8	39,4
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	17h30	0,49	0,59	0	36,8	39,4
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	17h30	4,58	2,06	0,02	36,8	39,4
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	17h30	1,05	0,62	0	36,8	39,23
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	17h30	2,75	0,97	0,01	36,8	38,65
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	17h30	2,16	1,39	0,02	36,8	37,88
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	10h	17,31	2,47	0,07	21,6	30,97
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	10h	12,7	2,01	0,04	30,5	31,57
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	10h	14,51	2,33	0,05	31	32,81
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	10h	8,12	1,68	0,03	31,5	33,72
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	10h	12,29	2,3	0,04	32,2	34,07
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	10h	10,02	2,01	0,04	32,6	34,12
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	10h	0,85	0,27	0	33,2	36,55
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	10h	1,13	0,54	0	33,4	36,4
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	10h	8,26	1,86	0,03	33,5	34,98
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	10h	8,9	1,99	0,04	33,5	35,03
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	10h	16,14	2,94	0,06	33,6	34,72
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	10h	13,55	3,12	0,06	33,7	34,98
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	10h	12,56	2,5	0,04	33,9	35,43
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	10h	13,45	2,93	0,06	34	34,67
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	10h	3,73	1,24	0,02	34,2	36,5
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	10h	3,19	0,55	0,02	34,3	36,6
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	10h	4,86	1,33	0,02	34,6	36,91
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	10h	7,79	1,66	0,03	34,6	36,29
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	10h	0,78	0,178	0	34,5	36,17
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	10h	1,8	0,75	0,01	34,6	37,78
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	10h	13,5	2,57	0,04	34,6	35,58
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	10h	12,39	3,09	0,05	34,7	35,84
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	10h	8,1	2,23	0,04	34,8	36,29
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	10h	10,49	2,77	0,05	34,9	36,5
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	14h	10,78	3,6	0,05	35,9	38,4
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	14h	12,25	3,91	0,06	36,9	38,97
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	14h	2,76	1,82	0,02	38,6	41,8
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	14h	7,04	3,21	0,04	39,3	41,85
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	14h	9,87	4,09	0,05	41,5	42,98
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	14h	9,43	4,2	0,05	41,6	42,39
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	14h	0,69	0,86	0	42	44,94
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	14h	0,36	0,63	0	42,2	45,16

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	A	E	Gs	Tch	Tleaf
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	14h	1,42	1,34	0,01	42,8	44,55
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	14h	2,95	2,65	0,03	43	45,16
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	14h	13,14	5,77	0,07	43,2	43,46
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	14h	8,37	4,81	0,05	43	43,3
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	14h	4,36	2,58	0,02	43	44,72
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	14h	7,76	4,86	0,05	43,1	44,01
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	14h	2,44	1,47	0,01	42,2	45,71
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	14h	2,91	2,79	0,02	43,5	46,33
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	14h	3,13	2,19	0,02	43	44,77
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	14h	6,16	2,55	0,02	43,2	44,01
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	14h	1,4	0,78	0	43,3	45,43
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	14h	2,27	2,43	0,02	43,5	46,66
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	14h	6,29	5,2	0,05	43,7	44,77
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	14h	10,7	7,58	0,09	43,7	43,84
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	14h	6,67	5,37	0,05	43,7	44,72
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	14h	5,97	4,99	0,05	43,7	44,77
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	17h30	7,05	3,77	0,04	40,1	39,69
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	17h30	6,85	4,05	0,05	39,9	39,43
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	17h30	6,33	3,68	0,04	39,9	40,43
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	17h30	4,54	2,94	0,04	40	40,48
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	17h30	6,95	3,41	0,05	40,1	40,22
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	17h30	8,39	4,99	0,06	40,1	40,22
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	17h30	0,94	1,11	0,01	40,2	41,38
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	17h30	0,17	0,77	0	40,2	42,23
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	17h30	2,27	1,6	0,02	40,2	41,22
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	17h30	2,02	1,44	0,01	40,1	41,11
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	17h30	6,49	4,69	0,06	39,9	39,49
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	17h30	7,79	4,71	0,06	39,7	39,23
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	17h30	5,56	3,05	0,04	39,6	40,16
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	17h30	9,64	4,66	0,07	39,5	39,12
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	17h30	2,34	1,57	0,02	39,5	40,64
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	17h30	2,52	1,72	0,02	39,3	41,22
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	17h30	7,03	4,01	0,02	39,6	39,5
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	17h30	8,63	4,01	0,05	39,7	39,07
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	17h30	2,71	1,45	0,02	39,5	40,48
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	17h30	1,26	0,84	0,01	39,5	40,85
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	17h30	5,42	1,57	0,05	39,5	39,13
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	17h30	7,51	4,07	0,05	39,5	39,49
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	17h30	6,83	3,44	0,05	39,3	39,28
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	17h30	7,7	4,11	0,06	39,3	39,12

Anexo 14 – Potenciais hidricos medidos às 10, 14 e 17 horas

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	Pot. Hídrico
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	4h	-8
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	4h	-6
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	4h	-9
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	4h	-7,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	4h	-10,5
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	4h	-9
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	4h	-10,5
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	4h	-8
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	4h	-6,5
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	4h	-8
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	4h	-9
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	4h	-8
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	4h	-8
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	4h	-5,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	4h	-6
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	4h	-6
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	4h	-5,5
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	4h	-5
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	4h	-7
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	10h	-14
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	10h	-14,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	10h	-15
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	10h	-17
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	10h	-15
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	10h	-14
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	10h	-14
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	10h	-15
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	10h	-14
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	10h	-14,5
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	10h	-15,5
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	10h	-14,5
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	10h	-13,5
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	14h	-17
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	14h	-19
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	14h	-18
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	14h	-18,5
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	14h	-19
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	14h	-19
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	14h	-19,5
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	14h	-19,5
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	14h	-17
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	14h	-16

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	Pot. Hídrico
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	14h	-20
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	14h	-16
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	14h	-17
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	14h	-14
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	14h	-19
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	14h	-19,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	14h	-19,5
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	14h	-18,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	14h	-16,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	14h	-17,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	14h	-16
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	14h	-16
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	14h	-19
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	14h	-16
Touriga Franca	1	R75	Exterior	23/jul	17h	-14,5
Touriga Franca	1	R75	Interior	23/jul	17h	-14,5
Touriga Franca	1	R25	Exterior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	1	R25	Interior	23/jul	17h	-17,5
Touriga Franca	1	R50	Exterior	23/jul	17h	-16,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	23/jul	17h	-15
Touriga Franca	1	R0	Exterior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	1	R0	Interior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	2	R25	Exterior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	2	R25	Interior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	2	R75	Exterior	23/jul	17h	-15
Touriga Franca	2	R75	Interior	23/jul	17h	-15
Touriga Franca	2	R50	Exterior	23/jul	17h	-15,5
Touriga Franca	2	R50	Interior	23/jul	17h	-14
Touriga Franca	2	R0	Exterior	23/jul	17h	-15,5
Touriga Franca	2	R0	Interior	23/jul	17h	-15,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	3	R25	Interior	23/jul	17h	-16,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	23/jul	17h	-17
Touriga Franca	3	R0	Interior	23/jul	17h	-16
Touriga Franca	3	R75	Exterior	23/jul	17h	-14
Touriga Franca	3	R75	Interior	23/jul	17h	-15
Touriga Franca	3	R50	Exterior	23/jul	17h	-14,5
Touriga Franca	3	R50	Interior	23/jul	17h	-17
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	4h	-11
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	4h	-11,5
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	4h	-13
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	4h	-12
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	4h	-11
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	4h	-13,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	4h	-11
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	4h	-12
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	4h	-11,5
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	4h	-10
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	4h	-11
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	4h	-11
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	4h	-10,5
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	4h	-10
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	4h	-9
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	4h	-10
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	4h	-7,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	4h	-13
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	4h	-13

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	Pot. Hídrico
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	4h	-11,5
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	4h	-13
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	4h	-12
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	10h	-15,5
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	10h	-14
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	10h	-15
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	10h	-13
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	10h	-15,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	10h	-16
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	10h	-16
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	10h	-14
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	10h	-16
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	10h	-15,5
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	10h	-12,5
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	10h	-12
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	10h	-13
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	10h	-11
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	10h	-14
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	10h	-16
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	10h	-14
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	10h	-10,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	10h	-15
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	10h	-15
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	10h	-16
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	10h	-14
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	10h	-15
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	10h	-17,5
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	14h	-18
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	14h	-18,5
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	14h	-19,5
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	14h	-19,5
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	14h	-17
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	14h	-17
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	14h	-20
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	14h	-17,5
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	14h	-17
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	14h	-17
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	14h	-19,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	14h	-19,5
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	14h	-18,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	14h	-16,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	14h	-17,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	14h	-16
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	14h	-16
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	14h	-19
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	14h	-17,5
Touriga Franca	1	R75	Exterior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R75	Interior	05/ago	17h	-19
Touriga Franca	1	R25	Exterior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R25	Interior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R50	Exterior	05/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	05/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R0	Interior	05/ago	17h	-17

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	Pot. Hídrico
Touriga Franca	2	R25	Exterior	05/ago	17h	-16,5
Touriga Franca	2	R25	Interior	05/ago	17h	-16
Touriga Franca	2	R75	Exterior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	2	R75	Interior	05/ago	17h	-16
Touriga Franca	2	R50	Exterior	05/ago	17h	-15
Touriga Franca	2	R50	Interior	05/ago	17h	-14
Touriga Franca	2	R0	Exterior	05/ago	17h	-16
Touriga Franca	2	R0	Interior	05/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	3	R25	Exterior	05/ago	17h	-19
Touriga Franca	3	R25	Interior	05/ago	17h	-19
Touriga Franca	3	R0	Exterior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	3	R0	Interior	05/ago	17h	-17
Touriga Franca	3	R75	Exterior	05/ago	17h	-16,5
Touriga Franca	3	R75	Interior	05/ago	17h	-16
Touriga Franca	3	R50	Exterior	05/ago	17h	-18
Touriga Franca	3	R50	Interior	05/ago	17h	-16
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	4h	-8,5
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	4h	-8,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	4h	-8
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	4h	-16
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	4h	-13
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	4h	-8
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	4h	-8
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	4h	-7,5
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	4h	-10,5
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	4h	-7
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	4h	-10
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	4h	-7
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	4h	-9,5
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	4h	-9
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	10h	-12
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	10h	-12
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	10h	-13
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	10h	-12,5
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	10h	-17,5
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	10h	-16,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	10h	-18,5
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	10h	-19
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	10h	-16
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	10h	-16,5
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	10h	-12
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	10h	-10
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	10h	-14
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	10h	-12
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	10h	-19
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	10h	-19
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	10h	-17
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	10h	-17
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	10h	-17,5

Casta	Bloco	Modalidade	Bardo	Dia	Horas	Pot. Hídrico
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	10h	-17,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	10h	-15
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	10h	-15
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	10h	-16,5
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	10h	-17
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	14h	-18
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	14h	-21
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	14h	-22
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	14h	-19
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	14h	-20,5
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	14h	-21
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	14h	-23
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	14h	-21
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	14h	-20
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	14h	-21
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	14h	-21,5
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	14h	-20,5
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	14h	-19,5
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	14h	-21,5
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	14h	-22
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	14h	-21
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	14h	-20,5
Touriga Franca	1	R75	Exterior	10/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R75	Interior	10/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	1	R25	Exterior	10/ago	17h	-15
Touriga Franca	1	R25	Interior	10/ago	17h	-17
Touriga Franca	1	R50	Exterior	10/ago	17h	-16
Touriga Franca	1	R50	Interior	10/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	1	R0	Exterior	10/ago	17h	-19
Touriga Franca	1	R0	Interior	10/ago	17h	-19
Touriga Franca	2	R25	Exterior	10/ago	17h	-17
Touriga Franca	2	R25	Interior	10/ago	17h	-17
Touriga Franca	2	R75	Exterior	10/ago	17h	-16,5
Touriga Franca	2	R75	Interior	10/ago	17h	-16
Touriga Franca	2	R50	Exterior	10/ago	17h	-18
Touriga Franca	2	R50	Interior	10/ago	17h	-17,5
Touriga Franca	2	R0	Exterior	10/ago	17h	-20
Touriga Franca	2	R0	Interior	10/ago	17h	-20
Touriga Franca	3	R25	Exterior	10/ago	17h	-18
Touriga Franca	3	R25	Interior	10/ago	17h	-20
Touriga Franca	3	R0	Exterior	10/ago	17h	-22
Touriga Franca	3	R0	Interior	10/ago	17h	-21
Touriga Franca	3	R75	Exterior	10/ago	17h	-20
Touriga Franca	3	R75	Interior	10/ago	17h	-19
Touriga Franca	3	R50	Exterior	10/ago	17h	-20
Touriga Franca	3	R50	Interior	10/ago	17h	-20,5